

UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA ACADEMICO PROFESIONAL DE
INGENIERÍA AMBIENTAL



**“EVALUACIÓN DE LA REDUCCIÓN DEL CONSUMO DE LA ENERGÍA
ELÉCTRICA, MEDIANTE LA IMPLEMENTACION DE UN TECHO VERDE
DE TIPO INDIRECTO AL INTERIOR DE LA I.E.P. PERUANO –
ALEMÁN.”**

Tesis para optar el título profesional de:

INGENIERO AMBIENTAL

BACHILLER

JHENDY MILAGROS INGA CAQUI

ASESOR

EDSON MORALES CHUQUIMANTARI

Huánuco - Perú

2018

DEDICATORIA

A mis queridos padres Willam y Hermelinda que con mucho esfuerzo y amor supieron guiarme en mi formación personal y profesional, por ser el pilar que me ha sostenido para alcanzar todos mis objetivos y metas.

A mis hermanos Marvyn, Kattia y Gabriela, por mostrarme siempre su cariño y apoyo día tras día en mi anhelo de superación.

A ellos dedico esta investigación, fruto del trabajo y esfuerzo constante. Sin todo este respaldo no hubiese sido posible.

AGRADECIMIENTOS

Al universo por conspirar a mi favor.

A la Universidad de Huánuco; decano, asesor, docentes de la facultad de ingeniería; por su apoyo incondicional en mi formación profesional y de quienes me llevo los más gratos recuerdos.

A mis jurados por guiarme en el desarrollo de este proyecto y por sus valiosas observaciones.

Mi eterna gratitud a la ONG CHANCE PERÚ, y a la I.E.P. PERUANO – ALEMÁN, por brindarme su confianza y apoyo para la ejecución de esta investigación; así como también a todo el personal administrativo, docentes y estudiantes por su colaboración.

A todas aquellas personas que colaboraron de una y otra manera en la consecución de este proyecto.

INDICE

CAPÍTULO I.....	10
PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	10
1.1. Descripción del problema.....	10
1.1. Formulación del problema	14
1.1.1. Problema Principal.....	14
1.1.2. Problemas secundarios.....	14
1.2. Objetivo general	14
1.3. Objetivos específicos.....	14
1.4. Justificación de la investigación.....	15
1.5. Limitaciones de la investigación	18
1.6. Viabilidad de la Investigación.....	18
CAPÍTULO II	19
MARCO TEÓRICO	19
2.1. Antecedentes de la investigación.	19
2.2. Bases teóricas	25
2.2.1. El clima	25
2.2.2. Las transferencias de calor en los cerramientos.....	26
2.2.3. La radiación térmica	27
2.2.4. Propiedades termo físicas de los materiales.....	27
2.2.5. La conductividad térmica.....	27
2.2.6. Propiedades ópticas de los materiales	27
2.2.7. Superficies selectivas	29
2.2.8. Mecanismos combinados de transmisión de calor.....	30
2.2.9. Techos verdes.....	31
2.2.9.1. Componentes de un techo verde.....	32
2.2.9.2. Tipos de techos verdes.....	32
2.2.9.3. Vegetación del techo	35
2.2.9.4. Los tipos de plantas:	35

2.2.9.5.	Transmisiones de calor en superficies de vegetación	36
2.2.9.7.	Efecto de la radiación sobre las plantas	38
2.2.9.8.	Transferencia de calor por radiación	40
2.2.9.9.	La vegetación como control climático y regulador térmico en el edificio	40
2.3.	Definiciones conceptuales.....	41
a)	Ahorro energético.....	41
b)	Techo verde	41
2.4.	Hipótesis.....	46
2.4.1.	Hipótesis General.....	46
2.4.2.	Hipótesis Especificas	46
2.5.	Variables.....	47
2.5.1.	Variable dependiente	47
2.5.2.	Variable independiente	48
2.6.	Operacionalización de variables (Dimensiones e Indicadores	48
2.6.1.	Para la Variable Independiente:	48
2.6.1.1.	Recipiente o materas.	48
2.6.1.1.1.	Factores a tomar en cuenta en el cultivo en macetas	48
2.6.1.3.1.	Hortalizas	51
2.6.1.3.2.	Plantas aromáticas y medicinales	51
2.6.1.3.3.	Plantas ornamentales	51
2.6.2.	Para la variable Dependiente	53
2.6.2.1.	Temperatura máxima y Temperatura mínima	53
2.6.2.1.1.	Termómetro infrarrojo.....	53
2.6.2.1.2.	Higrómetro.....	54
2.6.2.2.	Consumo de energía eléctrica.....	55
2.6.2.2.1.	Calculo del consumo de la energía eléctrica.	55
2.6.2.2.2.	Posibilidades de deficiencias en las instalaciones eléctricas.	56
2.6.2.2.3.	Inventario de equipos eléctricos y recibo de luz.....	57
CAPÍTULO III.....		59
3.1.	Tipo de investigación	59
3.1.1.	Enfoque	59
3.1.2.	Alcance o nivel	60

3.1.3. Diseño	60
3.2. Población y muestra	60
3.3. Técnicas e instrumento de recolección de datos.	65
3.3.1. Para la recolección de datos.....	65
3.4. Para el análisis e interpretación de datos.....	69
CAPÍTULO IV	70
RESULTADOS	70
4.1. Procesamiento de datos	70
4.1.2. Calculo de consumo de energía eléctrica de la I.E.P. Peruano – Alemán.	70
4.1.2. Calculo del ahorro energético y económico generado por la implementación de un techo verde de tipo indirecto.	73
4.1.3. Ahorro energético y económico	75
4.1.4. Diseño e implementación del modelo de techo verde	75
4.1.5. Temperatura de la superficie de la azotea, en los dos escenarios, con techo verde y sin techo verde.	79
4.1.5.1. Análisis estadístico para temperaturas de la superficie de la azotea, en los dos escenarios (con techo verde y sin techo verde).....	81
4.1.6. Temperatura del cielo raso en los dos escenarios, con techo verde y sin techo verde.	82
4.1.6.1. Análisis estadístico para temperaturas del cielo raso, en los dos escenarios (con techo verde y sin techo verde)	83
4.1.7. Temperatura ambiente de los dos escenarios: interior con techo verde y sin techo verde.	84
4.1.8. Temperatura ambiente con respecto a la hora.....	85
4.1.8.1. Análisis estadístico para temperatura ambiente, en los dos escenarios (con techo verde y sin techo verde)	87
CAPÍTULO V.....	88
DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	88
CONCLUSIONES.....	91
RECOMENDACIONES	93
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	95
ANEXOS.....	98
ANEXO 1: Resolución de aprobación del proyecto de trabajo de investigación.	98
ANEXO 2. Resolución de nombramiento de asesor.	99

ANEXO 3: Matriz de consistencia.....	100
ANEXO 4: Análisis estadístico.....	101
ANEXO 5: Climograma de la ciudad de Huánuco.	104
ANEXO 6: Recibo de luz de la I.E.P. peruano alemán.....	105
ANEXO 7: Imágenes	106
ANEXO 8: Planos de la I.E.P. Peruano Alemán.....	109

TABLAS

Tabla 1. Albedo de varias superficies para radiación solar total con reflexión difusa.	29
Tabla 2. Tipos de techos verdes	34
Tabla 3. Operacionalización de variables.	48
Tabla 4. Comparación de los consumos de energía de focos de luz con niveles de iluminación equivalentes.....	57
Tabla 5. Inventario de equipos eléctricos	58
Tabla 6. Formatos para la toma de datos de la temperatura (°C) ambiente - superficie de la azotea- cielo raso ambientales con techo verde y sin techo verde.	68
Tabla 7. Calculo del consumo de energía eléctrica de la I.E.P. Peruano – Alemán.	71
Tabla 8. Ahorro energético y económico por el uso de ventiladores.....	75
Tabla 9. Temperatura de la superficie de la azotea con techo verde.	80
Tabla 10. Temperatura de la superficie de la azotea sin techo verde.	80
Tabla 11. Temperatura del cielo raso con techo.	82
Tabla 12 Temperatura del cielo raso sin techo	82
Tabla 13. Temperatura ambiente, interior con techo.	84
Tabla 14. Temperatura ambiente, interior sin techo.	85

IMÁGENES

Imagen 1. Maceta casera con apios, lechugas y betarragas	49
Imagen 2. Termómetro infrarrojo	54
Imagen 3 . Higrómetro	54
Imagen 4. Plano de localización de la I.E.P. Peruano Aleman	63
Imagen 5. Equipos consumidores de energía eléctrica.	65
Imagen 6. Vista Panorámica de la I. E. P. Peruano – Alemán.....	66

Imagen 7. Medición de la temperatura de la superficie de la azotea.	67
Imagen 8. Temperatura ambiente.	67
Imagen 9. Preparación del sustrato en las macetas del techo verde.....	76
Imagen 10. Distancia entre macetas.....	76
Imagen 11. Siembra y transplante en las macetas.....	77
Imagen 12. Polisombra	78
Imagen 13. Vista del techo verde, al ocultarse el sol.....	78
Imagen 14. Vista del techo verde, al salir el sol.	79
Imagen 15. Jornada de limpieza de la superficie de la azotea.	106
Imagen 16. Temperatura ambiente en la azotea con techo verde.	106
Imagen 17. Infraestructura del tercer piso	107
Imagen 18. Oficinas del tercer piso	107
Imagen 19. Superficie de la azotea sin techo verde.	108
Imagen 20. Inicio del techo verde, noviembre del 2017.....	108

FIGURAS

Figura 1. Esquema de los flujos de calor entre en cerramiento y su entorno	30
Figura 2. Esquema de transferencia de calor en una superficie con vegetación.....	37
Figura 3. Esquema de la metodología.....	64

GRÁFICOS

Gráfico 1. Temperatura de la superficie de la azotea, en los dos escenarios, con techo verde y sin techo verde.	81
Gráfico 2. Temperatura del cielo raso en los dos escenarios, con techo verde y sin techo verde 83	
Gráfico 3. Temperatura ambiente con respecto a la hora.	86
Gráfico 4. Temperatura ambiente de los dos escenarios: interior con techo verde y sin techo verde.....	86

RESÚMEN

El ser humano ha remplazado y desplazado la cubierta vegetal por una capa de asfalto, ladrillo y cemento. En el marco de la mitigación y adaptación frente al cambio climático, es necesario crear una preocupación en el ser humano de encontrar soluciones viables y amigables con el entorno de las ciudades, buscando mejorar el bienestar y la calidad de vida.

El proyecto que se realizó evaluó una alternativa diferente para poder reducir el consumo de energía eléctrica, y poder cuantificar el ahorro energético y económico, proveniente de los aparatos eléctricos que existen dentro del colegio, el aparato más usado, eran los ventiladores, a causa de las temperaturas altas dentro de las aulas y oficinas, es por ello que se implantó un techo verde de tipo indirecto, con material asequible y resistente, para una zona de clima cálido, y en un área total de 450.21 m² (Área con techo verde = 200 m²) (Área sin techo verde = 250 m²). Con estos criterios se escogió las macetas y el área de estudio en la I.E.P. Peruano –Alemán (Huánuco).

Para lograr el objetivo, se monitoreó la temperatura en °C, de la superficie de la azotea, el cielo raso, y la temperatura ambiente de las aulas y oficinas, semanalmente, por tres meses, para esto se usó el termómetro infrarrojo y el higrómetro.

Así mismo, se realizó el análisis de los datos obtenidos y se hizo las respectivas comparaciones, para poder evaluar si existe una diferencia entre las dos áreas.

Se encontró una atenuación térmica de la temperatura promedio del ambiente de 1.26°C en la zona con techo verde en comparación con la que no tenía techo verde. Estadísticamente si hubo diferencia significativa pero casi un grado puede afectar e influir en la vida, comportamiento de microorganismos y organismos, en los procesos biogeoquímicos, etc. Con respecto a la temperatura superficial de la azotea, la máxima temperatura alcanzada sobre la superficie de la azotea fue de 51°C.

Finalmente, se consiguió un ahorro energético 434.43 kWh, y un ahorro económico de s/.97.20, al ya no usarse los ventiladores en las aulas y oficinas, se describió el manejo de la construcción de dicho techo verde que favorece el entorno ambiental.

Se concluyó que un techo verde atenúa la temperatura, pero esa atenuación y sus beneficios dependen del área (tamaño) que se implemente y otros factores como los materiales, el espesor del sustrato y el riego. Además el techo verde puede ser asequible para todos ya que se puede hacer con materiales y recursos limitados según las necesidades y la disponibilidad de las personas.

ABSTRACT

The human being has replaced and displaced the vegetation cover by a layer of asphalt, brick and cement. In the framework of mitigation and adaptation to climate change, it is necessary to create a concern in the human being to find viable and friendly solutions with the environment of cities, seeking to improve well-being and quality of life.

The project that was carried out evaluated a different alternative to be able to reduce the consumption of electrical energy, and to be able to quantify the energy and economic savings, coming from the electrical devices that exist inside the school, the most used apparatus, were the fans, because of the high temperatures inside the classrooms and offices, that is why an indirect green roof was installed, with affordable and resistant material, for a warm climate zone, and in a total area of 450.21 m² (Area with green roof = 200 m²) (Area without green roof = 250 m²). With these criteria the pots and the study area in the I.E.P. Peruvian -Aleman (Huánuco).

To achieve the objective, the temperature in ° C, the roof surface, the ceiling, and the ambient temperature of the classrooms and offices were monitored weekly for three months, for which the infrared thermometer and the hygrometer were used. .

Likewise, the analysis of the data obtained was carried out and the respective comparisons were made, in order to evaluate if there is a difference between the two areas.

A thermal attenuation of the average ambient temperature of 1.26 ° C was found in the area with green roof compared to that with no green roof. Statistically if there was significant difference but almost a degree can affect and influence life, behavior of microorganisms and organisms, in biogeochemical processes, etc. With respect to the surface temperature of the roof, the maximum temperature reached on the surface of the roof was 51 ° C.

Finally, an energy saving of 434.43 kWh was achieved, and an economic saving of s/. 97.20, since the fans were no longer used in the classrooms and offices, the construction management of said green roof was described, which favors the environmental environment.

It was concluded that a green roof attenuates the temperature, but that attenuation and its benefits depend on the area (size) that is implemented and other factors such as materials, substrate thickness and irrigation. In addition, the green roof can be affordable for everyone since it can be done with limited materials and resources according to the needs and availability of people.

CAPÍTULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1.Descripción del problema

En las últimas décadas temas como el cambio climático y el calentamiento global han tomado mucha fuerza a nivel mundial y nuestro país no es la excepción a esto. Dichos problemas surgen principalmente por las emisiones masivas de CO₂ a la atmósfera, producto de las actividades industriales productivas intensivas y la quema masiva de combustibles fósiles para la obtención de energía. Vivimos en centros urbanos cada día más poblados, quitándole el lugar a lo que cubrió el mundo en un principio: la naturaleza. A medida que la superficie de estos centros se urbaniza, disminuyen las zonas verdes, abriendo camino a la contaminación ambiental y sus consecuencias. (Odum & Barrera, 2002).

Los edificios construidos para albergar diferentes funciones, en general se construyen sin tener en cuenta suficientemente las condiciones climáticas. Las respuestas de diseño en general no permiten la optimización de los recursos convencionales utilizados para obtener el confort, lo cual lleva a incrementar excesivamente estos consumos o bien, ante la ausencia de recursos económicos, a someter a los ocupantes a situaciones de disconfort. La contaminación atmosférica influye en dicho fenómeno al igual que la falta de cobertura vegetal y el consumo de energía secundaria (electricidad, gasolina, disel, gas, etc). La modificación de características de absorción de las superficies urbanas (impermeables y de color oscuro, más que todo) hacen que en las ciudades aumente la temperatura (Higueras, 2006; López, 1991).

Debido a las construcciones con materiales impermeables y la falta de cobertura vegetal, las ciudades tienen la tendencia a inundarse debido a un deficiente drenaje que cuando llueve intensamente no regula la escorrentía. (Briz, 2004).

Ante esta realidad, es necesario disminuir o superar estos efectos en las ciudades aplicando nuevas alternativas como la utilización de los “techos verdes”, conocidos también como cubiertas verdes que consisten en cultivar plantas o tener cobertura vegetal en los techos de las viviendas sin afectar el inmueble. El uso de techos verdes reintegrará la cubierta vegetal que el ser humano ha desplazado por cemento en las ciudades. Esta cobertura viva puede contribuir a mitigar las consecuencias del calentamiento global capturando GEI como el CO₂ y generando oxígeno por el proceso de la fotosíntesis. Contribuye al confort térmico en las casas al actuar como un termostato verde; también contribuye en la economía del hogar al ahorrar consumo de energía en el uso de aire acondicionado y ventiladores. (Ortega, 2012)

Dado los tiempos que corren y la escasez de energía utilizada a la que nos vemos aquejados, gran preocupación ha acarreado los altos niveles de consumo energético y los altos costos de operación en los que se ven envueltos muchos tipos de edificios. Durante las últimas décadas los países líderes han puesto mucha atención en el desarrollo de métodos y procesos necesarios para ahorrar energía. Siendo Perú un país en vías de desarrollo, no podemos quedarnos de lado ante tales avances, aún más cuando por estos días los costos de energía se han incrementado notablemente.

Dado que la industria de la construcción es responsable de un 36% del consumo energético mundial y del 30% de las emisiones de CO₂, es que ésta se debe reformular frente al panorama mundial actual y buscar maneras más limpias de continuar con su actividad. Así es como la

eficiencia en los recursos energéticos y ambientales en las construcciones serán los aspectos de diseño y construcción primordiales, que deberán enfrentar los ingenieros y arquitectos en los próximos años. (Montoya, 2009).

La modificación de características de absorción de las superficies urbanas hace que en las ciudades aumente la temperatura (Higueras, 2006; López, 1991). Debido a las construcciones con materiales impermeables y la falta de cobertura vegetal. (Briz, 2004).

En el ámbito nacional, en muchas construcciones actuales se observan tipologías, formas y materiales que ignoran las condiciones climáticas locales. Como resultado, dichos edificios dependen de sistemas artificiales para controlar el ambiente interior, y son grandes consumidores energéticos, principalmente en sistemas de acondicionamiento. El coste medioambiental de la energía continúa aumentando y siguen sin respuesta las preguntas que conciernen a las futuras posibilidades de obtención de energía procedente de las fuentes de suministro convencionales. En efecto, la manera en que la sociedad produce y usa la energía la hace responsable de la mayoría de los problemas ambientales. (Monjo Garrio, 1998).

Tania Ita, de la Dirección General de Meteorología del Senamhi, nos introduce en uno de los fenómenos menos conocidos. “Se trata del efecto albedo. Hay superficies que, dependiendo de la textura y del color, pueden reflejar una cantidad similar a la radiación solar directa, como un efecto espejo, sin que nos demos cuenta. La nieve, por ejemplo, es capaz de alcanzar niveles de albedo de 95%, es decir, refleja como un espejo casi el mismo nivel de radiación.”, dijo. (Almanera, 2017)

En el último año, los municipios de Miraflores, Lince, San Isidro y La Molina emitieron normas para promover entre sus vecinos el desarrollo de los ‘techos verdes’, ya sea a través de

un menor pago de tributos o con mayores permisos de construcción. Los techos de casi todas las casas y edificios de Lima casi siempre son espacios abandonados. Funcionan como almacenes improvisados, lugares para secar ropa o para albergar mascotas a las cuales no se les quiere dejar entrar a la casa. Sin embargo, un cambio de conciencia podría permitir no solo mejorar el aspecto de la ciudad sino para corregir un gran defecto de : la falta de espacios verdes. (Olaechea, 2012)

En el contexto Regional, a la fecha La Municipalidad de Huánuco, anunció que para el 2017 iniciarán el proyecto “Techos Verdes”, sin tenerse hasta la fecha ningún tipo de avance. La subgerente de Gestión de Residuos Sólidos de La Municipalidad de Huánuco, Antonia Pío, anunció que para el 2017 iniciarán el proyecto “Techos Verdes” que involucra el compromiso de los vecinos, para conservar módulos ecológicos en sus techos, a fin de mejorar el clima en la ciudad. “Hemos revisado el material para que el peso no perjudique los techos y esperamos que sean varias familias que participen en este proyecto”, dijo. (Beraún, 2016)

En ese contexto, el promotor de la I.E.P. Peruana alemana, están muy interesados en solucionar el problema de discomfort térmico, causada por las altas temperaturas de la radiación solar, obligándolos a instalar ventiladores en cada aula, y en oficinas. Teniendo como consecuencia un aumento en el recibo de luz. El propósito de la iniciativa es disminuir el consumo de energía eléctrica tanto en la institución educativa como en los hogares de los y las estudiantes a través de la implementación de los techos verdes.

Esta investigación se basa en la necesidad y responsabilidad que tenemos como ingenieros, de encontrar alternativas de proyecto y de construcción de edificios que causen menor impacto medioambiental, que reduzcan costes energéticos y que supongan también mejoras de bienestar al usuario.

1.1. Formulación del problema

1.1.1. Problema Principal

¿Cómo será la reducción del consumo de la energía eléctrica, al implementar un techo verde de tipo indirecto al interior de la I. E. P. Peruano – Alemán?

1.1.2. Problemas secundarios

P1.- ¿Cómo determinar el consumo de la energía eléctrica, de los equipos eléctricos que componen los ambientes de la I.E.P Peruano – Alemán?

P2.- ¿Cómo cuantificar el ahorro energético y económico al implementar un techo verde de tipo indirecto al interior de la I.E.P Peruano – Alemán?

P3.- ¿Cómo evaluar el efecto térmico de la superficie de la azotea y el cielo raso, al interior de la I.E.P Peruano – Alemán al implementar un techo verde de tipo indirecto?

P4.- ¿Cómo cuantificar y comparar la variación de la temperatura ambiental, al interior de la I.E.P Peruano – Alemán al implementar un techo verde de tipo indirecto?

1.2. Objetivo general

Evaluar la reducción del consumo de la energía eléctrica, mediante la implementación de un techo verde de tipo indirecto al interior de la I. E. P. Peruano Alemán.

1.3. Objetivos específicos

O1.- Determinar el consumo de la energía eléctrica, identificando los equipos eléctricos que componen los ambientes de la I. E. P. Peruano – Alemán.

O2.- .Cuantificar el ahorro energético y económico generado por la implementación de un techo verde de tipo indirecto al interior de la I. E. P. Peruano – Alemán.

O3.- Evaluar el efecto térmico de la superficie de la azotea y el cielo raso, al interior de la I. E. P. Peruano – Alemán al implementar un techo verde de tipo indirecto.

O4.- Cuantificar y comparar las variaciones de temperatura ambiente en el interior de la I. E. P. Peruano – Alemán al implementar un techo verde de tipo indirecto.

1.4.Justificación de la investigación

Si se considera que la población mundial será de 10 mil millones hacia el año 2025, que unos cuatro mil quinientos millones de personas en los países desarrollados vivirán en áreas urbanas hacia el fin del siglo, y el impacto a gran escala de las actividades humanas sobre los ecosistemas mundiales, queda claro que los lazos entre naturaleza, las ciudades y la sostenibilidad son fundamentales para nuestra supervivencia. El crecimiento de la población urbana, trae consigo una serie de impactos medioambientales, entre otros, un mayor consumo energético, mayores emisiones de dióxido de carbono (CO₂), mudanzas en el micro clima urbano. La demanda de energía aumenta, ya que su evolución depende no sólo de la actividad económica y de las condiciones climáticas, sino también de la tendencia a satisfacer un mayor número de necesidades. (ONU - Informe sobre el Desarrollo Urbano, 1997).

El ahorro energético, es decir, un menor consumo conseguido gracias a unos mejores rendimientos, es la estrategia adecuada frente al problema energético, por ser más económica y la que presenta un menor riesgo ambiental. La disminución del consumo no debe dar como

resultado un nivel de vida o actividad económica inferiores. La utilización de fuentes renovables de energía es otra estrategia benigna hoy en día se desarrolla con distintos sistemas tecnológicos.

El ambiente interior es el resultado de los flujos energéticos que se establecen como consecuencia del clima y de las cargas internas del edificio. El edificio está sujeto a pérdidas y ganancias a través de sus cerramientos. Los elementos que constituyen el clima exterior, radiación solar, temperatura, humedad y movimiento del aire, influyen en el intercambio térmico del edificio, a través de su envolvente. La cobertura es la parte del edificio que está sujeta a las mayores fluctuaciones térmicas: durante el día alcanza elevadas temperaturas por su exposición directa a la radiación del sol, y durante la noche es la parte de la construcción que más calor pierde, por radiación, hacia el espacio. Su aislamiento se impone como una medida de prioridad y puede solucionar parte del problema, pero la absorción de la radiación solar por la cubierta, con su consecuente transferencia de calor a sus elementos constituyentes, puede originar temperaturas muy elevadas en los espacios interiores. (Rubén Cruz, 2015).

Es preciso demostrar que mediante la instalación de techos verdes se pueden adquirir grandes beneficios para el medio ambiente, la fauna y la flora, la planificación urbana y los seres humanos, mejorar la calidad de vida, especialmente la de los habitantes de las ciudades, recuperar los espacios verdes que progresivamente han sido eliminados debido a las necesidades y la creciente demanda de la población por vivienda, infraestructura social, en menoscabo del medio ambiente.

La aplicación de techos verdes genera un cambio en las ciudades y un cambio en la visión y el imaginario de la mayoría de las personas. Se piensa que las ciudades son grises, inundadas de construcciones de cemento, sin casi vegetación, con “smog” o contaminación atmosférica, etc (Adams, 2004).

Los techos verdes podrían ayudar a que estos impactos ambientales disminuyan. El uso de esta tecnología de techos verdes además de la captación de CO₂ y la generación de oxígeno, aportaría los siguientes beneficios: Regulación de la temperatura. Disminución del consumo eléctrico, combustibles fósiles, o el gas. Prolongación de la vida útil de la cubierta de la edificación debido a la protección que brinda de la radiación solar. Disminución de la contaminación auditiva, visual y del aire. Protección y conservación de la biodiversidad. Aprovechamiento de espacios inutilizados. Puede usarse para agricultura urbana y cultivos hidropónicos. Genera un espacio de bienestar para los ciudadanos debido al mejoramiento del entorno. (Ibañez, 2008)

Además esta tecnología accesible mejora las condiciones de habitabilidad a poblaciones rurales y urbanas generando beneficios sociales, económicos y ambientales (Cristancho, 2011).

En la mayoría de las ciudades, los techos son oscuros y absorben casi el 80% de la radiación. El efecto albedo es muy bajo (entre 0,2-0,4). Los techos fríos aumentan el efecto albedo a 0,6 o más, disminuyendo las consecuencias de la incidencia de la luz solar. Cada 100 m² de techos fríos compensa 10 toneladas de emisiones de CO₂. Para 2040, se prevé que el 70% de la población mundial vivirá en ciudades donde más del 60% serán techos y pavimentos. Si en 20 años todos los techos se pintaran de blanco, o colores claros, esto equivaldría a eliminar todos los vehículos que funcionan cada año en todo el mundo, permitiendo un retraso en los efectos del calentamiento global. (Marín, 2012)

Los techos verdes son muy reconocidos por ayudar en el ahorro de energía, de hecho existen varios factores que contribuyen a la sostenibilidad y eficiencia de los techos. Las capas extra colocadas sobre el techo ayudan a aislar el edificio contra el calor y disminuir los costos de

refrigeración del edificio. Los techos verdes pueden extender la vida del techo en un 40% o 60%. Estos sistemas absorben el CO₂ y reducen el calor. (Minke, 2014)

1.5. Limitaciones de la investigación

Las limitaciones que se presentan es la inclemencia del tiempo, variabilidad de horas de sol, o precipitaciones imprevistas, modificando drásticamente los datos.

Bibliografía escasa a nivel local, no existen estudios previos de investigación acerca de este tema en nuestra localidad. Es importante destacar que descubrir una limitación de este tipo puede servir como una oportunidad para identificar nuevas brechas y consecuentemente nuevas investigaciones.

Limitación económica, la implementación de los techos verdes tiene un costo elevado.

1.6. Viabilidad de la Investigación.

La viabilidad de la investigación está íntimamente relacionada con la disponibilidad de los recursos materiales, económicos, financieros, humanos, tiempo y de información. Para cada uno de estos aspectos hay que hacer un cuestionamiento crítico y realista con una respuesta clara y definida, ya que alguna duda al respecto puede obstaculizar los propósitos de la investigación

Es viable, ya que el uso de “techos verdes” puede ofrecer beneficios para el I.E.P Peruano – alemán, como la atenuación de temperatura, reduciendo el consumo energético, también determinar limitantes y hacer los ajustes requeridos para adecuar la tecnología generada en otros sitios bajo condiciones locales, y extrapolar la información a otros lugares.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la investigación.

Registros históricos dan cuenta del uso de cubiertas vegetales, antes de los romanos y de los jardines de Babilonia, en donde hoy es Irán e Irak. Han encontrado restos de construcciones de plataformas superpuestas donde se piensa se basaron para los jardines de Babilonia, además como se ha mencionado existen evidencias, en varios lugares del mundo, de estructuras que usaban esta técnica, pero después de varios siglos fueron perdiendo estas técnicas y ciudades, reemplazadas por nuevas técnicas de construcción y nuevas ciudades (Ortega et al, 2008; Briz, 2004).

Con el paso del tiempo idea de integrar la naturaleza con las ciudades fue tomando más fuerza. En el siglo XX se habla de las “ciudades-jardín”, la planificación regional y la tendencia de las “terrazas ajardinadas”. Uno de los precursores de la “terrazza jardín” fue Charles Jeanneret. Le Corbusier, uno de los padres de la arquitectura moderna, postuló para los que él son los 5 pilares de la arquitectura y uno de ellos fue la “terrazza jardín”. (Briz, 2004)

Autores como Cristancho (2011), López (2010), Dinsdale (2006) y Pomegranate (2005) mencionan que la tendencia moderna de “techos verdes” comenzó en Alemania cuando se implementaron y se desarrollaron las primeras cubiertas verdes y se generaron tecnologías apropiadas para su implementación en 1960.

Los recursos energéticos no renovables para la generación de energía están presentando un problema grave para las compañías generadoras de energía eléctrica, debido a que dichos

recursos cada día son más escasos y la demanda de energía crece cada año. Para solucionar el problema de desabasto de energía los gobiernos de los países apuestan su futuro en dos estrategias: la primera es la búsqueda y aprovechamiento de fuentes de energía renovable, tales como la energía eólica, solar y biomasa principalmente; la segunda estrategia es la cultura del uso eficiente de energía, es decir, la disminución del consumo energético al implementar los techos verdes, : la vegetación sobre las cubiertas tiene un alto efecto de aislamiento térmico, ya que la capa de sustrato funciona como un colchón que no permite que el techo se caliente (Gernot, 2004).

Internacionales

La ciudad de Alemania, fue la primera en otorgar beneficios fiscales para la implementación de techos verdes desde 1980. Berlín toma medidas similares en 1988 (Quintabani, 2010). Actualmente en Alemania se calcula que un poco más del 10% de las cubiertas de los inmuebles tienen una cobertura vegetal, es decir, tienen techos verdes. El gobierno fomenta y da incentivos a este tipo de cubierta en las construcciones (Ortiz et al 2008; Livingroof.org & ecology consultancy ltda, 2004).

Natalie Cristancho Cleves (2011) Bogotá, estudiante de ingeniería civil de la Universidad Gran Colombia, con su tesis de grado titulada “Techos verdes en Bogotá, una alternativa ambiental con beneficios técnicos”. Ella hizo un análisis comparativo de los beneficios técnicos en la implementación de techos verdes en Bogotá. Comparó edificios que utilizaban esta cobertura vegetal en el techo, como el de la Secretaria de Ambiente, edificio Novata, y Novartis. Determinó y comparó los beneficios planteados inicialmente por el constructor de estos techos verdes, con los beneficios técnicos actuales, y por último planteó nuevos beneficios técnicos.

Gedge et al (2004) Bogotá, estudiante de la Universidad de Tren, en su estudio con respecto al uso del techo verde, concluyeron que la regulación térmica en el techo era de 4.7°C , y en el interior de la casa era de 0.2°C . Atribuyen la modificación de la temperatura del ambiente en el inmueble al efecto de “barrera aislante” entre el interior y el exterior que ejerce el techo verde sumado a la acción de los materiales usados para la implementación del experimento: el espesor de las capas impermeables, los recipientes, el sustrato, el tipo de planta, y el agua de riego.

Si observamos la tendencia mundial y nacional, es evidente que cada vez se requiere mayor cantidad de energía para subsistir, generando una dependencia absoluta, por lo que se hace indispensable nuevas formas de generación energética, pero por sobre todo, se requiere establecer “Políticas de Eficiencia Energética”. Rubén Muñoz en el estudio de Eficiencia energética en Chile para el Gobierno de Chile, plantea que “Conceptualmente la Eficiencia Energética apunta a la reducción de los consumos de energía mejorando o aumentando los niveles de productividad para la provisión de un determinado bien o servicio”, Alguno de los parámetros utilizados para el ahorro de energía se basan en mejoramientos tecnológicos, cambios de conducta en los usuarios o mejoramiento en los procesos productivos haciéndolos más eficientes.

A pesar de que los investigadores están de acuerdo en que las azoteas traen muchos beneficios de diferentes tipos, el alto costo de instalación ésta visto como una de las principales barreras para su implementación masiva. Los beneficios, en términos cuantitativos, varían considerablemente de un estudio a otro, ya que la efectividad de los sistemas depende de muchos factores locales. (Williams et al., 2010). (Marín, 2012)

Marin (2012) California, en su estudio: Reducir las islas de calor con techos fríos indica que: se hizo un monitoreo en más de 10 edificios de California y la Florida que demostró que el uso de techos fríos constituye un potencial de ahorro de energía del 20 al 70 % del consumo anual que se necesita para enfriar el ambiente, pues estos techos reducen la transferencia de calor hacia el interior de la edificación.

El resultado de la utilización de éstos, es la reducción de energía utilizada en edificios con aires acondicionados. En los lugares donde no se necesitan estos sistemas de enfriamiento, los techos fríos aumentan el confort de la vivienda y del ambiente urbano.

Carolina Forero (2014) Bogotá, estudiante de Ecología de la Pontificia Universidad Javeriana, realizó una investigación sobre techos verdes en para optar el título de Ecóloga. Enfatizando en la atenuación de la temperatura dentro de las viviendas y en la captación de carbono obtenida por el techo verde. Encontró una atenuación térmica del techo de 4°C, y del ambiente de 3°C. El aumento de la humedad relativa fue del 10%. Con respecto a la cantidad de captación de carbono anual, se obtuvieron tres resultados debido a que se utilizaron 3 especies diferentes en los techos verdes: 1) 16.1 Kg, 2) 38.6 Kg y 3) 8.3 Kg.

Nacional

En Perú, ya comienzan a manifestarse medidas a favor de esta propuesta de implementación:

La Municipalidad de San Miguel, mediante la ordenanza 232 de esta comuna anunció que descontaría un 20% en los arbitrios del rubro parques y jardines a aquellos vecinos que instalen áreas verdes en los techos y azoteas de sus casas. La Municipalidad lanza oficialmente este programa con la presentación de su propio techo verde para incentivar a los vecinos. “Hemos

terminado de implementarlo, tiene 150 metros cuadrados de áreas verdes, con dos sistemas: el hidropónico y el de membranas impermeabilizantes”, anunció Ana Victoria Díaz Boza, gerente de Desarrollo Urbano. Para el primer año, San Miguel busca alcanzar una meta mínima del 40% del área de los techos que se inscriban, incrementándose a razón de un 10% al año hasta cubrir el 80% de la superficie. “En vez de tener residuos en el techo, que no sirven a un mejor ambiente, con estos techos verdes vamos a tener una mejor calidad de aire; si se opta por el sistema hidropónico, se pueden cultivar fresas, poros o lechugas”, comenta Díaz Boza.

El programa Techo Verde en Lince es otro buen ejemplo, en el que se cultivan lechugas con un sistema de hidroponía en las azoteas. Los techos de San Borja también se han unido a esta corriente. El programa “San Borja + verde” ya lleva 60 techos instalados en la avenida Aviación.

La Municipalidad de Miraflores, mediante la ordenanza 342, permite techar el 40% de las azoteas siempre y cuando se reserve un 10% a la vegetación.

Un caso similar es el de San Isidro, donde, según su gerenta Patricia Peña, se permite aumentar los pisos de una edificación frente a parques solo si se cumple con destinar el 50% de la azotea a áreas verdes. (Hoz, 2013)

En el Distrito de la Molina, el Decreto de Alcaldía N° 020 de dicho municipio, dispone que: nuevas casas deberán tener techos con áreas verdes, que el 25% del espacio de las azoteas sea para este fin. Las próximas construcciones deberán incorporar estos jardines en sus planos Las nuevas residencias que se construyan en La Molina deberán destinar un espacio equivalente al 25% de sus azoteas para “implementar techos verdes”. Con esto se busca aumentar los espacios ecológicos en el distrito con más áreas verdes de Lima. “Los proyectos de edificaciones deberán incluir en sus planos las áreas destinadas a jardines. Podrán utilizarse técnicas de cultivo con

geomembranas impermeables para sembrar césped o biohuertos”, dijo Yarrow. Las inmobiliarias deberán considerar también que los techos deben tener una resistencia mínima de 180 kg por metro cuadrado. La gerente explicó que a las viviendas ya construidas no se les puede exigir que instalen estos sistemas de cultivo debido a que los techos no resistirían el peso. No obstante, sí se les pedirá que tengan macetas y adornos. La Municipalidad de La Molina ha otorgado un plazo de 90 días, que concluirá el 31 de marzo del 2013, para regularizar las construcciones que se hayan realizado en las azoteas sin autorización municipal. Señaló que no se sancionará a los infractores pero que no se permitirán ampliaciones que superen en un 50% el espacio de las azoteas. (Olaechea, 2012)

En Perú, ya comienzan a manifestarse medidas a favor de esta propuesta de implementación de techos verdes, la comuna de San Miguel ofrece una reducción en los arbitrios de hasta 20% a los inmuebles que cumplan con esta medida. Varios edificios en Miraflores ya han comenzado a optar por esta verde iniciativa. Este es solo el inicio de una nueva tendencia. Más distritos se sumarán a los beneficios en pro de una ciudad más sostenible y saludable. Y quizás Lima vuelva a ser llamada la “ciudad jardín”. En consecuencia, la falta de ejemplos para inspirar a los constructores y la falta de estudios a nivel local, que confirmen los beneficios ambientales y económicos de los techos verdes, son las verdaderas barreras para la implementación de ésta tecnología. (Hoz, 2013)

Es escasa la información que se ha generado en Perú respecto al tema y sobre todo en la variación de temperatura al implementar los techos verdes.

Local

El director del Senamhi, Héctor Vera Arévalo, manifestó que en los últimos dos años el cambio de clima ha sido progresivo, anteriormente se mantenía de 9°C a los 14°C, a la fecha las variaciones han llegado hasta los 27°C y se mantiene por días en 26°C causando bochorno. El ente sostiene que los próximos 15 días del mes el registro climático continuará. Para diciembre se espera la estabilización del clima. “El pronóstico es mayor cantidad de radiación por el cielo despejado, habrán días nublados, aun así existe el bochorno, para diciembre esperamos que se nivele”, dijo. Dentro de las principales causas señala que es el crecimiento urbano, la cantidad de autos que circulan en la ciudad, además del cambio climático que viene afrontando el país. Informó que para el próximo año, formulan un plan de monitoreo de los rayos ultravioleta, que requiere la implementación de una estación, con equipos tecnológicos para medir la intensidad. (Beraún, Huánuco soporta temporada de calor más alta de los últimos años, 2016).

Es escasa la información que se ha generado en Huánuco respecto al tema y sobre todo en la variación de temperatura al implementar los techos verdes.

2.2.Bases teóricas

2.2.1. El clima

El clima de un lugar es el resultado del intercambio de materia y energía entre la atmósfera y el suelo, y se refleja en los valores más normales o frecuentes como la radiación, la temperatura, la humedad, el viento, las precipitaciones, la presión y otros. Desde la antigüedad, la palabra "clima" iba asociada a la "inclinación" de los rayos solares sobre la superficie terrestre. Según el ángulo de incidencia de la radiación solar, tendremos un determinado nivel de intensidad de dicha radiación que tendrá gran influencia en las temperaturas del lugar. La

inclinación del sol depende de la situación relativa entre la tierra y el sol y es, por tanto, un factor astronómico de carácter periódico condicionante del clima. (Yáñez G. 1988).

2.2.2. Las transferencias de calor en los cerramientos

Las condiciones del ambiente interior son impuestas por el edificio, y son generalmente definidas por el estado térmico del aire interior y la temperatura superficial de los espacios bajo cubierta, resultantes de los flujos energéticos que se establecen entre el ambiente exterior y el interior. Es decir, el clima influye sobre el edificio de dos maneras: en el interior por la penetración de la radiación solar a través de los cerramientos, energía que se transforma en calor sobre las superficies internas, y en el exterior, por la combinación de fenómenos simultáneos como la radiación solar y la temperatura, la humedad y el movimiento del aire. Las transferencias de calor y el consumo energético necesario para mantener los espacios interiores con temperaturas agradables, aumentan a medida que las condiciones climáticas exteriores se hacen más extremas, cuando mayores son las diferencias de temperatura entre el interior y el exterior, y a medida que la resistencia térmica de los cerramientos perimetrales es menor. Cuando la radiación solar incide sobre la superficie de un cerramiento, una parte del calor es absorbida y transmitida a través de este material. Como es bien conocida, esta transferencia de calor puede ocurrir por uno o varios de los mecanismos de transmisión de calor, la conducción, la convección o la radiación y estas transferencias pueden ocurrir de forma asociada o aislada en distintas regiones del cerramiento: • en las superficies en contacto con el exterior e interior, donde se intercambia calor por radiación y convección entre el ambiente y el interior del cerramiento; en el interior del cerramiento, donde se transmite calor por conducción entre ambas superficies a través de las varias capas que conforman el cerramiento, y donde se almacena calor

por acumulación en su masa térmica; en la zona aislante, que es una región del interior del cerramiento con elevada resistencia térmica y sin acumulación de calor. (Vale, 1987)

2.2.3. La radiación térmica

El proceso de la radiación térmica, en contraste con los otros dos procesos no necesita ningún contacto de materia. La radiación térmica es una radiación electromagnética en el rango de longitudes de onda de 200...100 000 nm. La radiación de onda larga es familiar a la forma de VHF y otra radio-onda. Las radiaciones de onda corta son conocidas como los rayos-X, los rayos gamma de las sustancias radiactivas y los rayos cósmicos. (Cruz, 2012 y Urbietta, 2005).

2.2.4. Propiedades termo físicas de los materiales

Las propiedades termo físicas de los materiales se refieren a las características térmicas y físicas de los cuerpos que intervienen en las transferencias de calor. Entre ellas se encuentran: la conductividad térmica, la inercia térmica, la densidad, el volumen específico, el desfase térmico, el amortiguamiento de la onda de calor, la difusividad térmica y la efusividad térmica. (Cruz, 2012 y Urbietta, 2005).

2.2.5. La conductividad térmica

La conductividad térmica (λ) de un material es la cantidad de calor que pasa en la unidad de tiempo a través de la unidad de superficie de un material configurado con extensión infinita y capas plano paralelas de espesor unitario, cuando se establece una diferencia de temperatura entre sus caras de 1 °C. [W/m. K o W/m. °C]. (Cruz, 2012 y Urbietta, 2005).

2.2.6. Propiedades ópticas de los materiales

Los materiales presentan en su superficie, cuatro propiedades ópticas referentes a la radiación solar descompuesta en sus distintas longitudes de onda, y que interfieren en las transmisiones de calor. Estas propiedades son: la absorbanza (a), la reflectancia (cp), la transmitancia (T) y la emisividad (s). (Geiger, R. 1965).

Cuando la radiación solar incide sobre una superficie, una parte de esta es absorbida y la otra, reflejada. Las diferentes superficies tienen grados de reflectancia muy distintos. El grado de reflexión de la radiación para una determinada superficie se denomina valor de albedo. El albedo se expresa como el porcentaje de radiación solar directa y difusa procedente del firmamento que es reflejada por una superficie. El albedo es un componente importante que modifica el microclima. Por ejemplo, las zonas urbanas que normalmente se caracterizan por extensas superficies de hormigón, reflejan una alta proporción de radiación. (Ver tabla N° 01). En invierno esta radiación puede resultar provechosa para el calentamiento de las superficies adyacentes, efecto que es máximo si las superficies se encuentran protegidas del viento frío. En verano, cuando la alta reflectancia de los hormigones no es beneficiosa, se puede emplear la vegetación para la disminución del valor del albedo. (Geiger, R. 1965).

Tabla 1. Albedo de varias superficies para radiación solar total con reflexión difusa.

Superficies	Radiación solar
Recubrimiento con nieve	75-95 %
Recubrimiento con nieve	40-70 %
Dunas de arena ligera	30-60 %
Ladrillo	23-48 %
Nieve sucia o dura	20-50 %
Suele arenoso	15-40 %
Prados y campos	12-30 %
Bosques	5-20 %
Asfalto	15 %
Suelo oscuro - cultivado	7-10 %
Superficie de agua –mar	3-10 %

Fuente: Geiger, R. 1965

2.2.7. Superficies selectivas

Todos los materiales son superficies selectivas, es decir, la emisividad está en función de la longitud de onda y de la temperatura. Existen materiales que pueden denominarse cuerpos grises, ya que la emisividad varía muy poco respecto a la variación de la longitud de onda. Podemos distinguir tres tipos de superficies selectivas: superficies selectivas negras, superficies selectivas frías y superficies rugosas (Yáñez, G. 1982).

2.2.8. Mecanismos combinados de transmisión de calor

Entre el intercambio de calor que ocurre entre la superficie del cerramiento y el ambiente, se solapan los flujos debido a la radiación y convección, debiéndose considerar que en el primero la contribución de la absorción de onda corta, ya sea procedente del sol o del alumbrado de alta temperatura, y la de onda larga, procedentes de las superficies del entorno e incluso, en el caso de los recintos cerrados, las radiaciones infrarrojas son emitidas por el cerramiento y reflejadas por el resto de los paramentos. En la transmisión de calor por conducción a través de los cerramientos hay que considerar que éstos están generalmente constituidos por varias capas con propiedades físicas diferentes, debiéndose calcular su resistencia total como la suma de varias resistencias en serie, y que las temperaturas interiores resultantes en régimen estacionario tendrán un gradiente diferente en cada capa. (Ver figura N° 01.) En el caso de existir zonas adyacentes con diferentes conductividades, tales como puentes térmicos, el coeficiente global de conductividad será la media ponderada de las conductividades en paralelo. (Monroy, M.M. 1995).

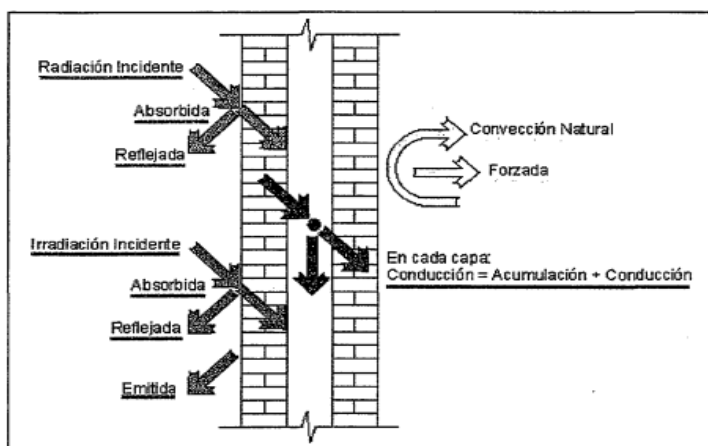


Figura 1. Esquema de los flujos de calor entre en cerramiento y su entorno

Fuente: Manuel Martín Monroy, 1995.

2.2.9. Techos verdes

Los techos verdes son llamados también techos vivos, techos naturalizados, techos con vegetación, techos jardín, techos ajardinados, ecotechos, cubiertas verdes, cubiertas vivas, cubiertas ajardinadas, y se puede encontrar en inglés como Green roof, ecoroof, esky garden, skyrise garden, living roof; Cristancho, 2011; López, 2010; Briz, 2004; Velasquez, 2003; Quintabani, 2003).

Los “techos verdes” o “techos con vegetación”, son cubiertas de cualquier tipo, modificadas para soportar vegetación en su superficie, que tienen como finalidad contribuir a un medio urbano más sostenible, “en el que las cubiertas de los edificios no sean subutilizados, sino que por el contrario, se constituyan en espacios útiles para ayudar a suplir las necesidades de los habitantes en cuanto a esparcimiento y bienestar social”. El “techo verde” en las azoteas puede formarse con macetas o algún otro recipiente que contenga el material vegetal (Urbieta, 2005).

Los techos verdes son un sistema de capas que incorporan el uso de vegetación sobre cubierta de techos casas y edificios. Además proporcionan beneficios sociales, económicos y ambientales especialmente en áreas urbanas, y pueden incorporar nuevas tecnologías como agricultura urbana o producción de alimentos y sistema de reciclaje de aguas lluvias. (Quintabani, 2010).

2.2.9.1. Componentes de un techo verde

Según García (2010) los componentes de un sistema típico de naturación en cubiertas (techos verdes) son los siguientes:

- Soporte base: donde se apoyan todos los componentes (teja, cemento, vigas, etc.).
- Membrana impermeabilizante anti-raíz: controla y soporta el crecimiento radical de las especies vegetales.
- Capa drenante: sirve para recibir las precipitaciones y conducir las hacia los desagües de la cubierta.
- Capa filtrante: evita el paso de las partículas finas del sustrato hacia la capa drenante.
- Capa de sustrato: sirve de soporte físico a la capa de vegetación, suministrándole los nutrientes necesarios para su crecimiento.
- Capa de vegetación: material vegetal (plantas) usado para la cobertura.

2.2.9.2. Tipos de techos verdes

Existen diferentes tipos de “techos verdes” según el autor, la región o el país. Por ejemplo, en Estados Unidos algunos autores como Werthmann (2007) y Luckett (2009) dividen las cubiertas verdes en dos tipos, techos verdes (Green roof) y jardines techo (rooftop garden), los cuales se diferencian en el propósito, materiales de construcción y sobre todo en el acceso. En los jardines de techo las personas pueden entrar fácilmente y disfrutar socialmente como si fuera un jardín o una terraza; Su construcción es más costosa, más pesada. En los techos verdes el acceso es limitado y solamente es para hacerle mantenimiento; su construcción es principalmente para funciones ambientales y estéticas.

En Alemania, los “techos verdes” se consideran de dos tipos según Minke (2010): “los extensivos” (Green roof, en la clasificación de E.U) y los “intensivos” (Roof garden, en la

clasificación de E.U). Se diferencian por el espesor del sustrato, el mantenimiento, el tipo de planta, y los materiales (Minke, 2010). Los “intensivos” son aquellos que tienen plantas vivaces, plantas leñosas y césped que usualmente se encuentran en campo abierto. Se caracterizan por tener un espesor de sustrato mayor que 30 cm. Regularmente deben ser abastecidos con agua y nutrientes, es decir, tienen un constante mantenimiento por lo que son más costosos (Minke, 2004). Para Velásquez (2005), son llamados de “bajo perfil” (low profile); una de sus características es que tienen una profundidad de 15 cm a 4.5 m. Pueden acomodar mayor variedad de plantas; son usuales en grandes terrazas y de poca pendiente

Los “extensivos” se caracterizan por su cobertura vegetal espontanea que crece naturalmente sin ser sembrada, y tiene un espesor de sustrato de 3 hasta 15 cm.

Al contrario de los “intensivos”, este tipo no tiene un control regulado de agua ni de nutrientes. Puede tener un peso de 160Kg/m² y su vegetación puede ser de musgos, suculentas, hierbas o pastos diferentes. Generalmente se eligen plantas silvestres por su capacidad de regeneración, resistencia y adaptación. (Minke, 2004).

A parte de estas dos clasificaciones, Cristancho (2011) considera otra categoría, que llama “semi-intensiva”. Esta última requiere un mantenimiento intensivo, en irrigación, escarda y fertilización regularmente, no tan intenso; y la vegetación que se puede sembrar incluye arbustos, plantas perennes y hierbas. Estos tipos de techos, se implementan directamente sobre el techo. En el caso en que se utilicen recipientes como materas para tener la cubierta vegetal, ¿qué clasificación se le daría? Por esta razón algunos autores han agregado a la clasificación los que utilizan un recipiente en los techos o fachadas del inmueble. Wark (2003:4) integra el concepto de techos verdes en recipientes o bandejas (special tray o containment) y lo denomina “sistema modular” (modullar system), donde se pone el sustrato y se siembra la planta, no directamente

sobre el techo, sino en recipientes especiales de diferentes tamaños y formas (módulos), que también son usados para diseñar el techo verde, el paisaje. (Ver tabla N° 02). Cuando se utilizan macetas o recipientes son llamados “techos verdes indirectos”, y los “directos” son los que no utilizan recipientes sino que en la misma superficie del techo está el sustrato y la planta. (Cruz, 2012 y Urbieto, 2005).

Tabla 2. Tipos de techos verdes

TIPOS TECHO VERDE	DESCRIPCIÓN
Directo	Es el uso de un techo verde directamente o continuo a la estructura del inmueble (sea teja, cemento, etc.) requiere adecuación del techo, permeándolo para que no haya infiltraciones y que las raíces de las plantas no afecten el inmueble.
Indirecto	Cuenta con recipientes o materas. El sustrato y la planta No entran en contacto directamente con el techo del inmueble.
Intensivo	El espesor del sustrato es mayor de 30 cm. Por lo que se considera un “techo verde pesado”. Requiere que la estructura del edificio soporte dicho peso. El costo de instalación y mantenimiento es mayor por las exigencias en prácticas.
Semi-intensivo	Culturales (riego, insumos, podas, sembrado, etc) constantes. Tipo intermedio entre los otros por espesor del sustrato (12 a 30 cm), y la densidad de plantas. Requieren menos prácticas culturales y poco mantenimiento.

Extensivo	Considerado de bajo mantenimiento y generalmente se instalan en lugares de difícil acceso. Especies de plantas muy limitadas debido al sustrato (5 a 15 cm) y a las condiciones del ambiente. Vegetación de porte bajo. Mantenimiento mínimo. Este es el más apto para ser utilizado en construcciones existentes.
------------------	--

Fuente: Cruz (2012), Cristancho (2011), García (2010), Alvares (2009), Ibáñez (2008), Ortega et al (2008), Urbieto (2005), Briz (2004), Gonzales (2004), Minke (2004).

2.2.9.3. Vegetación del techo

La vegetación se puede aplicar de varias maneras:

- Tapetes pre sembrados, estos se entregan directamente y se instalan de forma similar al pasto en rollo y consisten generalmente de sedums o de flores silvestres.
- Siembra directa de retoños, semillas o plantas pequeñas.

2.2.9.4. Los tipos de plantas:

Flores silvestres.- Pueden sobrevivir en un sustrato bajo en nutrientes y brindan muchas opciones.

Las hierbas medicinales se han incluido en los jardines desde los tiempos antiguos. Aparte de servir como remedio para todo tipo de problemas, muchas tienen usos culinarios. Al incorporarlas en el diseño de tu jardín, agregas un elemento de aroma y belleza visual también. Y con un poco de planificación, se pueden utilizar como rompevientos y control de plagas.

2.2.9.5. Transmisiones de calor en superficies de vegetación

Una capa de vegetación está compuesta por las hojas y ramas que conforman el elemento y por el aire entre las hojas. Los principales procesos de transmisiones de calor que contribuyen al estado térmico de la vegetación son: la radiación solar absorbida por las plantas; las transmisiones radiactivas de onda larga: entre las hojas y el cielo; entre las hojas y el substrato; entre hojas; las transmisiones convectivas: entre las hojas y el aire entre hojas; entre el substrato y el aire entre hojas; la evapotranspiración de las hojas. Este proceso envuelve tres fenómenos: la evaporación en el interior de la hoja (cavidad estomática), la difusión del vapor en la superficie de la hoja y el vapor convectivo transportado desde las hojas al aire; • la evaporación: condensación del vapor de agua de la superficie del substrato y transferencia del vapor convectivo entre el substrato y el aire. (Palomo del Barrio, E. 1998). (Ver figura N° 02.)

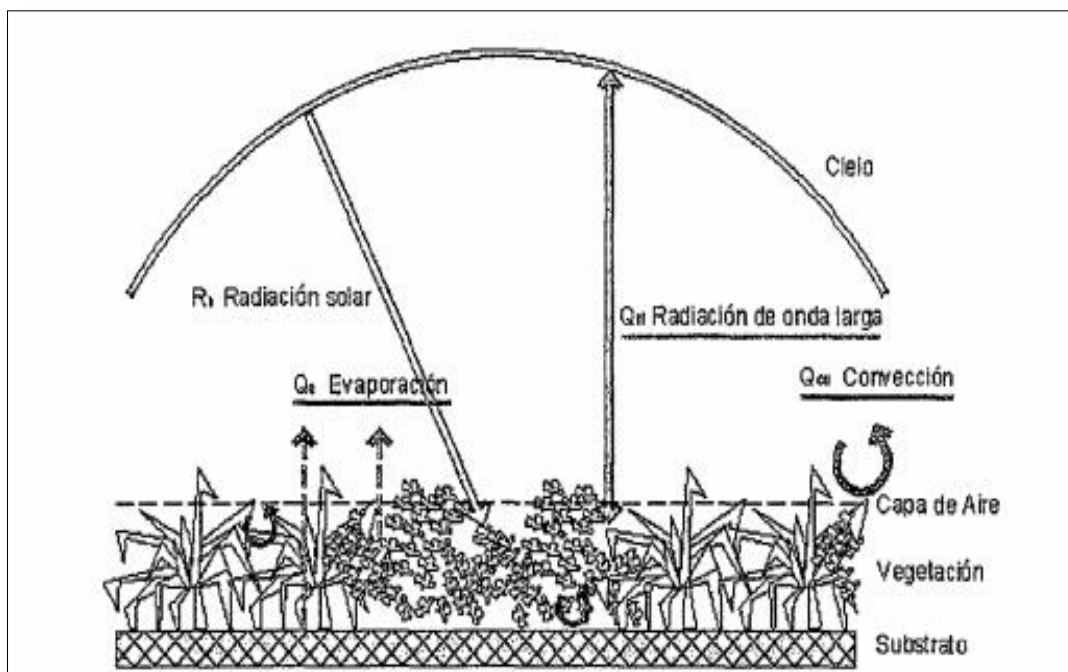


Figura 2. Esquema de transferencia de calor en una superficie con vegetación.

Fuente: Palomo del Barrio, E. 1998

2.2.9.6.Regulación de la temperatura

Diferentes autores, por trabajos realizados en distintos lugares reportan los efectos de los techos verdes en la regulación de temperatura. La temperatura en los diferentes lugares depende en alto grado de la altura sobre el nivel del mar. El grado de regulación de la temperatura depende del clima donde se encuentre la edificación. En el caso de climas fríos el uso de techos verdes aumenta la temperatura al almacenar el calor de los ambientes interiores. En cambio, en climas cálidos disminuye la temperatura por el efecto de aislamiento entre los espacios interior y exterior. La tierra y la vegetación utilizadas en estos techos moderan las variaciones de temperatura de modo natural al absorber y almacenar el calor. (Minke, 2004; Briz, 2004:68; Niachou et al, 2001).

Las plantas tienen un efecto de aislamiento térmico, la sombra. Esta “barrera” disminuye o evita que los rayos solares entren en contacto directo con el suelo, crea diferencias de temperaturas. Resultados mostraron que las plantas, en una investigación de un techo verde, reducen el flujo de calor hasta un 40% en comparación con un techo sin vegetación (Tobares et al 2009; Adamas, 2004).

La regulación de temperatura se da por medio de la evaporación de agua, la fotosíntesis y la capacidad de almacenar calor de su propia agua, que la planta extrae el calor de su ambiente es decir la planta absorbe calor del ambiente para utilizarla en forma de energía para la fotosíntesis, evapotranspiración y otros procesos fisiológicos (Minke, 2004).

Otras causa por la cual los techos verdes moderan la temperatura puede ser por el efecto de “colchón de aire” encerrado, que actúa como capa aislante térmica directamente proporcional al tamaño. Lo mismo sucede con la capa de sustrato, que actúa como una barrera, la reflexión y el rocío (Zielinski, 2012; García, 2010; Ortega et al 2008; Simmons et al, 2008; Minke, 2004).

2.2.9.7. Efecto de la radiación sobre las plantas

La radiación solar produce dos tipos de procesos principales: los procesos energéticos (fotosíntesis); y los procesos morfogénicos. La radiación solar es aprovechada por las plantas para realizar la fotosíntesis. La fotosíntesis es transformación de energía radiante en energía química mediante la asimilación del carbono del CO₂ del aire y su fijación en compuestos orgánicos carbonados. Según la forma de fijación del dióxido de carbono las plantas se pueden agrupar en tres tipos: C₃, C₄, y CAM. Si el primer compuesto estable en el que aparece fijado el carbono es de 3 átomos de carbono la planta se dice que es C₃; por el contrario si es de 4 átomos de carbono se denomina C₄, así en las C₄, la ruta C₃ está precedida por una serie de etapas

adicionales en las que tiene lugar una fijación preliminar del dióxido de carbono formando un compuesto de cuatro átomos de carbono; las plantas CAM presentan una ruta metabólica similar a las C₄ pero muestran un desfase temporal entre la captación del dióxido de carbono y su fijación. Dentro de las C₃ tenemos la mayor parte de las plantas superiores incluyendo cultivos de climas templados (trigo, cebada o girasol,...) del tipo C₄ destacan especies de climas áridos y otras de climas templados cálidos o tropicales (maíz, azúcar o sorgo). En general, se consideran las C₃ menos productivas que las C₄. Una de las diferencias se encuentra en el hecho de que la fotorrespiración es muy activa en las plantas C₃. La fotorrespiración se traduce en un consumo de oxígeno cuando están iluminadas y es muy importante en la agricultura de la zona templada; en un día caluroso y sin viento la concentración del dióxido de carbono sobre la planta decrece considerablemente debido a su consumo para la fotosíntesis, disminuye la relación dióxido carbono/oxígeno: disminuyendo la fijación del dióxido de carbono y aumentando la fotorrespiración.

De la radiación global incidente sobre la superficie vegetal sólo una proporción es aprovechable para la realización de la fotosíntesis: PAR (radiación fotosintéticamente activa). La respuesta de las plantas es diferente en función de las diferentes longitudes de onda. La clorofila es el principal pigmento que absorbe la luz, otros pigmentos accesorios son el b-caroteno, compuesto isoprenoide rojo que es el precursor de la vitamina A en los animales y la xantofila, carotenoide amarillo.

Esencialmente toda la luz visible es capaz de promover la fotosíntesis, pero las regiones de 400 a 500 y de 600 a 700 nm son las más eficaces. Así la clorofila pura, tiene una absorción muy débil entre 500 y 600 nm, los pigmentos accesorios complementan la absorción de la luz en esta región, suplementando a las clorofilas.

- 620-700 nm (rojo): una de las bandas de mayor absorción de la clorofila.
- 510-620 nm (naranja, amarillo –verde-); de débil actividad fotosintética
- 380-510 nm (violeta, azul y verde): es la zona más energética, de intensos efectos formativos. De fuerte absorción por la clorofila.
- < 380 nm (ultravioleta). Efectos germicidas e incluso letales < 260 nm. (Urbano, 1999, Villalobos et al., 2002).

2.2.9.8. Transferencia de calor por radiación

Por radiación la energía se transporta en forma de ondas electromagnéticas que se propagan a la velocidad de la luz. La radiación electromagnética que se considera aquí es la radiación térmica. La cantidad de energía que abandona una superficie en forma de calor radiante depende de la temperatura absoluta y de la naturaleza de la superficie. Un radiador perfecto o cuerpo negro emite una cantidad de energía radiante de su superficie por unidad de tiempo q_r dada por la ecuación:

$$q_r = \sigma AT^4$$

donde σ es la constante de Stefan- Boltzmann $\sigma = 5.67 * 10^{-8} \text{ W/m}^2\text{K}^4$

2.2.9.9. La vegetación como control climático y regulador térmico en el edificio

Un complemento perfecto a la concepción bioclimática de un edificio y su entorno es la vegetación. La vegetación, bajo el prisma de la energía y del acondicionamiento puede realizar funciones de control de la radiación, humedad o movimiento de aire. Si bien los efectos más beneficiosos de las plantas y los árboles son los que producen en el suelo e indirectamente en el clima que los rodea, la vegetación también influye en el bienestar y en el consumo energético. La

vegetación es fuente de humectación del ambiente, gracias al proceso de evapotranspiración fisiológica, que aporta a la atmósfera parte del agua extraída a través de las raíces. Un metro cuadrado de bosque puede aportar 500 kg de agua al año, y esto, de forma indirecta, puede reducir la temperatura en el verano. La vegetación es una pantalla ideal contra la radiación solar que, de forma excesiva, puede actuar sobre los suelos, desecándolos y erosionándolos. La radiación solar al actuar sobre el edificio, aumenta la carga energética a eliminar y eleva la temperatura ambiental por encima de la de bienestar. La vegetación mantiene una temperatura más uniforme a lo largo del día y del año, que en la mayoría de los casos resulta ser beneficiosa. (Yáñez, G. 1982).

2.3. Definiciones conceptuales

a) Ahorro energético

Es una práctica que tiene como objetivo reducir el consumo de energía. La eficiencia energética es el uso eficiente de la energía, de esta manera optimizar los procesos productivos y el empleo de la energía utilizando lo mismo o menos para producir más bienes y servicios. Dicho de otra manera, producir más con menos energía. No se trata de ahorrar luz, sino de iluminar mejor consumiendo menos electricidad, por ejemplo. Los individuos y las organizaciones que son consumidores directos de la energía pueden reducir el consumo energético para disminuir costos y promover sustentabilidad económica, política y ambiental. (Scott Davis, 1991).

b) Techo verde

Un techo verde, azotea verde o cubierta ajardinada es el techo de un edificio que está parcial o totalmente cubierto de vegetación, ya sea en suelo o en un medio de cultivo apropiado. No se refiere a techos de color verde, como los de tejas de dicho color ni tampoco a techos con jardines

en macetas. Se refiere en cambio a tecnologías usadas en los techos para mejorar el ambiente a diseñar o ahorrar consumo de energía, es decir tecnologías que cumplen una función ecológica. (Biscia, 2005).

c) Temperatura

La temperatura es la consecuencia más directa de la radiación solar. Es, junto con la precipitación, el elemento más utilizado para describir el clima. La temperatura del aire está sujeta a factores de muy diverso tipo que deben tenerse en cuenta a la hora de escoger la ubicación de un termómetro.

La temperatura media global de la atmósfera se considera 15°C con grandes desigualdades espaciales y un fuerte gradiente desde el Ecuador hasta los polos debido fundamentalmente a las variaciones latitudinales en el balance de radiación. El calor, procedente de la radiación, que se acumula en el suelo se cede a la atmósfera por cuatro vías: -conducción, -convección, radiación infrarroja y evaporación. El exceso de calor presente en latitudes bajas es transportado hacia latitudes altas por los mecanismos de la Circulación General Atmosférica.

d) La radiación

La superficie de vegetación absorbe la radiación del sol e irradia su calor, ya sea como fuente de calor, o enfriando el aire que está en contacto con ella. La radiación es el más importante factor en las transmisiones de calor sobre las superficies con vegetación. El calor llega a la superficie de la tierra desde el sol, el cielo y la atmósfera (irradiancia), y es devuelto al espacio. Los factores que adicionan calor a la superficie de vegetación son considerados positivos, los que substraen calor son considerados negativos.

e) La conducción

La conducción es la transferencia de calor en un sólido o en un fluido en reposo. Esta transferencia se da por una interacción molecular directa. En este proceso es fundamental la continuidad de material. El calor transmitido se dirige de las moléculas con energía más elevada, las que se encuentran a mayor temperatura, a las que tienen menor temperatura, mediante el intercambio de la energía cinética entre moléculas contiguas. En la conducción no se produce desplazamiento apreciable, aunque pueda haber movimiento de electrones libres. (Neila, FJ. y Bedoya, C. 1997).

f) La convección

La convección es el mecanismo de transferencia de calor por flujos y movimientos de fluidos. Este proceso ocurre cuando el aire de un ambiente se pone en contacto con la superficie de un cerramiento a una temperatura distinta. Si el movimiento del aire es causado por la diferencia de densidades, a su vez, resultante del contacto del aire con una superficie a diferente temperatura y que genera fuerzas ascendentes, se denomina convección libre o natural. Cuando existe una fuerza motriz exterior, como el viento que mueve el aire sobre una superficie a diferente temperatura, o la convección es inducida por medios mecánicos, se llama convección forzada. En el caso de que se superpongan ambas fuerzas motrices, el proceso se denomina convección mixta. Este proceso de transmisión es el que aparece cuando tenemos ventilación y movimientos de aire, sea en espacios interiores o exteriores. En la cubierta ajardinada, la transmisión por convección ocurre fundamentalmente entre hojas y sobre la capa vegetal de la cubierta. (Neila, FJ. y Bedoya, C. 1997).

g) La evaporación

La evaporación es el modo de intercambio de calor en el que un líquido cambia a estado gaseoso aportando y cediendo energía. Para evaporar un litro de agua se necesitan aproximadamente 2400 kJ/kg, siendo la velocidad de evaporación función del contenido de vapor de agua y velocidad del aire. (Yáñez, G. 1982).

h) Isla de calor

La isla de calor es una situación urbana, de acumulación de por la inmensa mole de , y demás materiales absorbentes de calor; y que se da en situaciones de estabilidad por la acción de un . Se presenta en las grandes y consiste en la dificultad de la disipación del calor durante las , cuando las áreas no urbanas, se enfrían notablemente por la falta de acumulación de calor. El centro urbano, donde los edificios y el desprenden por la noche el calor acumulado durante el día, provoca desde el exterior hacia el interior. Comúnmente se da el fenómeno de elevación de la en zonas urbanas densamente construidas causado por una combinación de factores tales como la edificación, la falta de espacios verdes, los o la generación de calor. Se ha observado que el fenómeno de la isla de calor aumenta con el tamaño de la ciudad y que es directamente proporcional al tamaño de la mancha urbana.

i) La temperatura máxima

La temperatura máxima es la mayor temperatura registrada durante un periodo de tiempo dado. La temperatura máxima es registrada mediante el uso de termómetros de mercurio, en los que una contracción en el tubo capilar, sólo permite el ascenso de la columna mercurial.

j) Albedo

El albedo es el porcentaje de radiación que cualquier superficie refleja respecto a la radiación que incide sobre la misma. Las superficies claras tienen valores de albedo superiores a las oscuras, y las brillantes más que las mates. El albedo medio de la Tierra es del 37-39% de la radiación que proviene del Sol. Es adimensional y se mide en una escala de cero (correspondiente a un cuerpo negro que absorbe toda la radiación incidente) a uno (correspondiente a un cuerpo blanco que refleja toda la radiación incidente). Es una medida de la tendencia de una superficie a reflejar radiación incidente. Un albedo alto enfría el planeta, porque la luz (radiación) absorbida y aprovechada para calentarlo es mínima. Por el contrario, un albedo bajo calienta el planeta, porque la mayor parte de la luz es absorbida por el mismo. (Alan Betts, 1997)

k) Superpoblación

La superpoblación es una condición en que la densidad de la población se amplía a un límite que provoca un empeoramiento del entorno, una disminución en la calidad de vida o un desplome de la población. Generalmente este término se refiere a la relación entre la población humana y el medio ambiente. (Gaspes, 2011).

l) Contaminación

Se llama contaminación al fenómeno producido por la actividad del hombre, donde afecta desfavorablemente a la naturaleza causando desequilibrio, deterioro, degradación o algún daño en un ecosistema, medio físico o un ser vivo. El agua, el aire y el suelo se han convertido en los medios receptores de desechos generados por las diferentes actividades humanas. Esta alteración de la calidad del medio ambiente trae como consecuencia el agotamiento y pérdida de recursos. (Gaspes, 2011).

m) Calentamiento global

El calentamiento global suele asociarse al cambio climático, aunque éste último fenómeno (la variación del clima) siempre ha existido y es natural. En la actualidad suele conocerse como cambio climático al cambio producido por la acción humana, que genera variaciones anómalas como períodos de sequías e inundaciones más prolongados, aceleración de la fusión de los glaciares y cambios drásticos en los patrones de precipitación y nieve. Según Gaspes (2011):

El calentamiento global está asociado al efecto invernadero, que es un fenómeno por el cual ciertos gases que componen la atmósfera terrestre retienen parte de la energía emitida por el suelo tras haber sido calentado por la radiación del Sol. El efecto invernadero funciona de la siguiente manera: la radiación solar atraviesa la atmósfera, rebota contra el suelo y debería volver a atravesar la atmósfera; sin embargo, los gases de efecto invernadero (como el dióxido de carbono y el metano) producen una capa de contaminación que impide que los rayos solares vuelvan a salir, produciendo un aumento de la temperatura en la Tierra. (Palomo del Barrio, E. 1998).

2.4. Hipótesis

2.4.1. Hipótesis General

Con la implementación de un techo verde de tipo indirecto, se puede evaluar la reducción del consumo de la energía eléctrica, al interior de la I.E.P Peruano – Alemán.

2.4.2. Hipótesis Especificas

H1.- Con la identificación de los equipos eléctricos se puede determinar el consumo de la energía eléctrica, en los ambientes de la I.E.P Peruano – Alemán.

H₀.- Con la identificación de los equipos eléctricos no se puede determinar el consumo de la energía eléctrica, en los ambientes de la I.E.P Peruano – Alemán.

H2.- Con la implementación de un techo verde de tipo indirecto, se puede cuantificar el ahorro energético y económico.

H₀.- Con la implementación de un techo verde de tipo indirecto, no se puede cuantificar el ahorro energético y económico.

H3.- Con la implementación de un techo verde de tipo indirecto, se puede evaluar el efecto térmico de la superficie de la azotea y el cielo raso, en el interior de la I. E. P. Peruano – alemán.

H₀.- Con la implementación de un techo verde de tipo indirecto, no se puede evaluar el efecto térmico de la superficie de la azotea y el cielo raso, en el interior de la I. E. P. Peruano – alemán

H4.- Con la implementación de un techo verde de tipo indirecto, se puede cuantificar y comparar las variaciones de temperatura ambiente en las aulas de la I. E. P. Peruano – Alemán.

H₀.- H5.- Con la implementación de un techo verde de tipo indirecto, no se puede cuantificar y comparar las variaciones de temperatura ambiente en las aulas de la I. E. P. Peruano – Alemán.

2.5. Variables

2.5.1. Variable dependiente

Reducción del consumo de la energía eléctrica.

2.5.2. Variable independiente

Implementación de un techo verde de tipo indirecto.

2.6. Operacionalización de variables (Dimensiones e Indicadores)

Tabla 3. Operacionalización de variables.

VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES
<u>Variable independiente:</u> Implementación de un techo verde de tipo indirecto.	Recipientes o materas.	- Madera - Plástico
	Sustrato.	- Tierra - Humus - Aserrín - Arena
	Especies de plantas.	- Lechuga (<i>Lactuca sativa</i>) - Tomate (<i>Solanum lycopersicum</i>). - Perejil (<i>Petroselinum crispum</i>) - Sábila (<i>Aloe vera</i>) - Ornamentales - Ornamentales
<u>Variable dependiente:</u> Reducción del consumo de la energía eléctrica.	Temperatura máxima (°C)	- (°C)
	Temperatura mínima (°C)	- (°C)
	Consumo de la energía eléctrica.	- Watts

Fuente: elaboración propia.

2.6.1. Para la Variable Independiente:

2.6.1.1. Recipiente o materas.

2.6.1.1.1. Factores a tomar en cuenta en el cultivo en macetas

Las macetas vienen a ser envases de diferentes tamaños elaborados a base de plástico, cerámica, madera, o cualquier material resistente a la humedad, dentro del cual se pueden cultivar todo tipo de plantas. Una característica de las macetas es su relativa facilidad para movilizarlas de un lugar a otro, hacia lugares más soleados o ventilados.



Imagen 1. Maceta casera con apios, lechugas y betarragas

Fuente: Propia.

El manejo de las plantas en macetas tiene algunas similitudes con las de un biohuerto cultivado sobre tierra; todas las plantas serán desarrolladas en un vivero y allí serán trasladados al techo.

2.6.1.2.Suelo

Si bien en los biohuertos se cultiva sobre tierra, en el caso de macetas no se puede utilizar solo este sustrato, debido a que con el tiempo se compacta (endurece) ocasionando que las raíces no se puedan desarrollar ni absorber agua, por lo que la planta muere marchitada. Para evitar este problema se usó mezcla de sustratos en las siguientes proporciones: 13.3% Aserrin, 33.3% de tierra, 10% de arena y 33.3% de compost o humus de lombriz. El musgo permite que la mezcla

no se endurezca, de manera que las plantas puedan desarrollar adecuadamente sus raíces, la tierra es fuente de microorganismos que contribuyen a mejorar el cultivo y el compost o humus de lombriz son fuente de nutrientes.

El crecimiento de las plantas, está determinado en primer lugar por la cantidad de radiación solar que puede interceptar y usar durante su vida. Un exceso de radiación raramente es un problema, siempre que estén disponibles agua y nutrientes. Para obtener rendimientos altos las hojas deberán crecer y cubrir la superficie del suelo tan pronto como sea posible después de la siembra. Si este proceso se demora, la radiación solar se pierde en forma de calor incorporado al suelo desnudo, evaporando la humedad del suelo.

Durante las etapas de las plántulas emergentes pueden desecarse rápidamente si la temperatura del suelo llega a 40°C o más. Si hace calor y hay una fuerte radiación solar, esta calentará un suelo seco hasta 50°C.

Cubrir las macetas con cascara de arroz, para proteger las plántulas. Esto mantiene la temperatura del suelo baja durante el día aislándolo de la radiación solar y conservando la humedad.

Es conveniente regar cuando el sol no está presente.

2.6.1.2.1. Densidad

Se refiere al número de plantas por unidad de área o de espacio disponible; en el cultivo sobre macetas siempre se presenta un abuso de esta densidad, pues se suele colocar una elevada cantidad de plantas en macetas pequeñas originando una competencia entre éstas lo que termina en una etiolación o crecimiento exagerado de hojas y tallos pero de contetura débil. Para evitar este problema se recomienda sembrar entre 1 – 2 plantas como máximo por maceta de 100 cm² (10 cm x 10 cm). Densidad adecuada para el cultivo de cebolla china y betarraga.

2.6.1.2.2. Humedad

El adecuado manejo del riego permitirá que las plantas no se pudran. En el momento de la instalación se deben hacer agujeros en la base de las macetas para que pueda desfogar el exceso de agua después del riego, pues un exceso de este elemento en prolongado contacto con las raíces puede ocasionar su asfixia y una posterior pudrición. La cantidad y grosor de los agujeros variarán según las dimensiones de las macetas. Se recomienda que éstos se distribuyan en toda la base, separados cada 5 – 7 cm aproximadamente.

2.6.1.3. Plantas

2.6.1.3.1. Hortalizas

- liliáceas: ajo, cebolla.
- solanáceas: tomate.
- compuestas: lechuga.
- umbelíferas: apio, perejil.

2.6.1.3.2. Plantas aromáticas y medicinales

- sábila (aloe vera).
- Menta (*Mentha* spp.)
- orégano

2.6.1.3.3. Plantas ornamentales

- Flores en el huerto darán un toque de color y muchas tienen propiedades beneficiosas como las aromáticas.
- Tréboles (abono verde) sirvan de “alimento” o abono a otras plantas del huerto. se suelen cultivar como abonos verdes, plantas pequeñas, de rápido y fácil crecimiento y alto contenido en nutrientes, como tréboles. además de ser una forma barata de fertilizar, los

abonos verdes también tienen otros beneficios como el control de malas hierbas o la conservación de la humedad y temperatura del suelo.

- Enredaderas

2.6.1.3.4. Hidroponía (NFT)

El cultivo mediante nft (nutrition film technique) por sus siglas en inglés, es una técnica de cultivo en agua, conocida también como técnica de flujo laminar, en la cual las plantas crecen manteniendo siempre su raíz dentro del agua, el agua con solución nutritiva circula por las raíces de la plantas aportando nutrientes, para la recirculación del agua se utiliza una bomba sumergible que permite distribuir adecuadamente el flujo del agua a lo largo de tubos de pvc, este flujo debe ser contante sobre todo en periodos de mucho calor para evitar que las plantas o las raíces se des sequen, el sistema es totalmente cerrado lo que permite recircular el agua sin que esta se pierda más que por evaporación teniendo una pérdida de entre el 1 y 2 % de agua.

- Ventajas del cultivo mediante nft: ahorro de agua, manejo automatizado, ahorro en mano de obra, ahorro en uso de sustratos, mayor producción en menos espacio, menor perdida de fertilizantes, pues solo se usa la cantidad necesaria, hay mayores ganancias con menores inversiones, pues solo hay una fuerte inversión
- Desventajas: uno de los inconvenientes del cultivo en nft, como lo es en todos los modos de cultivo, es que la planta debe mantenerse en constante cuidado por eso es que se recomienda que todo el manejo sea automatizado, ya que si llegara a faltarle agua la planta entraría en estrés y podría morir. esta técnica se puede adaptar a cualquier espacio, desde utilizar tubos de pvc, canaletas, plástico, etc.

2.6.1.3.5. Plagas y enfermedades

Al igual que en el cultivo sobre tierra, en las macetas también se presentan las plagas y enfermedades sobre las plantas, debido en algunos casos a la elevada densidad (mayor número de plantas por unidad de área) lo que ocasiona un microclima que favorece su desarrollo, también se da por el exceso de humedad que no llega desfogar adecuadamente en la base de la maceta originando pudriciones y la posterior muerte.

Para controlar las plagas existen diferentes métodos de manejo como la extracción manual de gusanos, aplicación de repelentes caseros, uso de trampas amarillas, etc. Para manejar las enfermedades se debe promover el adecuado abonado para que las plantas puedan desarrollarse sin problemas, el riego adecuado y sin excesos.

2.6.2. Para la variable Dependiente

2.6.2.1. Temperatura máxima y Temperatura mínima

2.6.2.1.1. Termómetro infrarrojo.

Nuestro termómetro infrarrojo sin contacto mide a través de la radiación infrarroja de un cuerpo u objeto. El termómetro infrarrojo incluye un rayo de luz piloto para una mejor orientación. El termómetro infrarrojo solo mide la temperatura superficial de una superficie.

El termómetro infrarrojo es ideal para medir la temperatura sin contacto. Esto permite medir temperaturas entre -50 y +4000 °C.

El termómetro infrarrojo dispone de varias ventajas. Por ejemplo, proporciona el resultado de medición inmediatamente, entre 1 s y 10 μ s. Tampoco se producen errores causados por un contacto deficiente. Otras ventajas son que no se produce ningún desgaste, ni tampoco se

producen problemas con objetos en movimiento. Además puede medir en conductos de alta tensión, campos electromagnéticos o materiales agresivos.



Imagen 2. Termómetro infrarrojo

Fuente: Propia.

2.6.2.1.2. Higrómetro.

Para medir el grado de humedad presente en el aire en el suelo, en las plantas, dando como resultado una indicación cualitativa de humedad presente en el ambiente en que se utiliza. Con este equipo se podrá saber si la humedad del ambiente es muy alta o se encuentra en niveles moderados.



Imagen 3. Higrómetro

Fuente: Propia.

2.6.2.2. Consumo de energía eléctrica.

2.6.2.2.1. Cálculo del consumo de la energía eléctrica.

El consumo eléctrico es la cantidad de kilovatios (kWh) que se emplean en el domicilio durante un periodo de tiempo, siendo medido por el contador que se ha instalado en la vivienda y que facilita la lectura tanto a la distribuidora como a la comercializadora contratada.

En la factura de electricidad, este aspecto aparece bajo el nombre de “término de consumo” y es donde la compañía aplica el precio del kWh para contabilizar cuánto tiempo que pagar el consumidor por ello. El cálculo del consumo de electricidad es un aspecto muy importante, no solo porque ayuda a determinar una parte del coste eléctrico sino porque ofrece información del suministro y también de las necesidades que se tienen que cubrir.

Para contabilizar el consumo que se ha efectuado, se puede recurrir a una factura eléctrica anterior.

La forma más sencilla para conocer el consumo eléctrico es solicitando una estimación a través de una aplicación. Sin embargo, el usuario también puede estimar este concepto y solo tiene que seguir la siguiente fórmula:

La energía eléctrica que consume un artefacto eléctrico (kWh), se determina multiplicando la potencia de dicho artefacto (kW) por la cantidad de horas que está prendido (horas), o sea¹:

$$\begin{array}{ccc}
 \begin{array}{c} \text{Potencia del} \\ \text{artefacto eléctrico} \\ \text{(kW)} \end{array} & \times & \begin{array}{c} \text{Tiempo que está} \\ \text{prendido el} \\ \text{artefacto (horas)} \end{array} & = & \begin{array}{c} \text{Energía} \\ \text{Consumida por el} \\ \text{artefacto (kWh)} \end{array}
 \end{array}$$

¹ Guía para calcular el consumo de energía eléctrica, Osinerg, Gerencia General Fiscalización Eléctrica – Bernardi Monteagudo 222 Magdalena de Mar, Lima 17.

Si la potencia está expresada en Watts (W), para determinar su equivalente en kilowatts (kW), se divide dicha potencia (W) entre 1000.

Luego de haber sido calculado el consumo de energía eléctrica, siguiendo el procedimiento dado anteriormente, se compara este valor con el que se encuentra anotado en su recibo de electricidad, si notas que existe una gran diferencia entre lo que realmente consumes y los que se encuentra anotado en tu recibo de electricidad, podrían existir dos razones para que ello suceda:

- Que tus instalaciones eléctricas tienen deficiencias tales como una fuga a tierra, falso contacto o algún otro deterioro.
- Que el medidor está funcionando mal, que te están robando electricidad o que existen errores de facturación por parte de la empresa eléctrica.

2.6.2.2.2. Posibilidades de deficiencias en las instalaciones eléctricas.

Las deficiencias que comúnmente se presentan en una vivienda y que aumenta el consumo de la energía eléctrica son los falsos contactos y las fugas a tierra.

- Falso contacto

Esta deficiencia se manifiesta cuando los cables eléctricos de tu instalación no están empalmados adecuadamente, originando que se pierda energía, la cual será registrada de todas maneras por tu medidor.

- Fuga a tierra

Esta deficiencia se manifiesta cuando los cables eléctricos de tu instalación (que presentan deterioros en su aislamiento o están pelados) hacen contacto con algún material conductor de la energía (tierra, pared, tuberías, etc.), pudiendo ocasionar un corto circuito ó electrificación en

tus instalaciones. Entonces tu medidor registrará tu consumo más la energía perdida por la fuga a tierra.

Tabla 4. Comparación de los consumos de energía de focos de luz con niveles de iluminación equivalentes.

TIPO DE FOCO	POTENCIA ELECTRICA EN WATTS	HORAS DE CONSUMO DIARIO	DIAS DE CONSUMO EN UN MES	CONSUMO MENSUAL EN kWh
Incandescente	100	6	30	18
Ahorrador	20	6	30	3.6
Fluorescente	50	6	30	9

FUENTE: GUÍA PARA CALCULAR EL CONSUMO ELÉCTRICO, Osinerg, Gerencia Fiscalización Eléctrica, Bernardi Monteagudo 222 – Magdalena del Mar – Lima 17.

2.6.2.2.3. Inventario de equipos eléctricos y recibo de luz.

Actualmente la I.E.P. Peruano Alemán, paga un monto promedio de s/. 300.00 soles.

Dentro de la institución educativa se cuenta con los siguientes equipos eléctricos:

Tabla 5. Inventario de equipos eléctricos

ARTEFACTOS ELÉCTRICOS QUE UTILIZA NORMALMENTE	POTENCIA ELÉCTRICA		CANT. DE ARTEF.
	Watts	kW	
Fluorescente de 40 W	50	0.05	21
Foco ahorrador	20	0.02	7
Computadoras	300	0.3	5
Copiadora	100	0.1	1
Impresora	200	0.2	2
TV de 20"	100	0.1	1
TV de 14"	80	0.08	1
Refrigeradora	350	0.35	1
Equipo de sonido	80	0.08	2
Teléfonos	80	0.08	2
Cámaras de seguridad	30	0.03	3
Luces de emergencia	20	0.02	2
Ventilador	100	0.10	9

Fuente: Propia.

La institución educativa cuenta con 120 estudiantes de educación secundaria, 5 personal administrativo, y 10 profesores. El horario de estudios es de 7:00 am a 2:45 pm.

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Tipo de investigación

La investigación estadística es un tipo especial de investigación que requiere de un proceso metódico y estructurado, cuyos resultados dependerán de los objetivos propuestos y el análisis que se desarrolle. La estadística es fundamental en las actividades investigativas y se fundamenta en la recolección, procesamiento y análisis de información de una población específica.

Las etapas de una investigación según (Martínez, 2000) son: planteamiento, recolección procesamiento y análisis.

3.1.1. Enfoque

El enfoque cuantitativo y el enfoque cualitativo son perspectivas de investigación que buscan la producción del conocimiento a través de un modelo estructurado y sistemático de observación, descripción y análisis de problemas en un intento por ofrecer soluciones a diversas problemáticas.

Enfoque cuantitativo hace referencia al estudio a partir del análisis de cantidades, es decir que involucra un proceso de estudio numérico que tiene que ver con fundamentos estadísticos. Desde otro punto, la investigación cualitativa tiene que ver con la exploración no numérica de datos, es un enfoque que se relaciona más con la interpretación subjetiva e inductiva.

3.1.2. Alcance o nivel

Nivel explicativo, proceso orientado, no sólo a describir o hacer un mero acercamiento en torno a un fenómeno o hecho específico, sino que busca establecer las causas que se encuentran detrás de éste.

3.1.3. Diseño

Se empleará el Diseño experimental es una técnica estadística que permite identificar y cuantificar las causas de un efecto. En un diseño experimental se manipulan deliberadamente una o más variables, vinculadas a las causas, para medir el efecto que tienen en otra variable de interés.

3.2. Población y muestra

- **Población:** Estará conformado por 4 aulas y 5 oficinas, ubicadas en el tercer piso de la I. E. P. Peruana Alemana.

- **Área total:** 450.21 m²

- **Muestra:** azotea de la I. E. P. Peruano- Alemán.

Área total con techo verde = 200.00 m²

Área total sin techo verde = 250.21 m²

- **Tipo de Muestreo:** Probabilístico, de tipo aleatorio simple.

Los métodos de *muestras probabilísticos* son aquellos que se basan en el principio de equiprobabilidad. Es decir, aquellos en los que todos los individuos tienen la misma probabilidad de ser elegidos para formar parte de una muestra y, consiguientemente, todas las posibles muestras de tamaño n tienen la misma probabilidad de ser seleccionadas. Sólo estos métodos de

muestreo probabilísticos nos aseguran la representatividad de la muestra extraída y son, por tanto, los más recomendables.

El *Muestreo Aleatorio Simple* es el procedimiento probabilístico de selección de muestras más sencillo y conocido, no obstante, en la práctica es difícil de realizar debido a que requiere de un marco muestral y en muchos casos no es posible obtenerlo. Puede ser útil cuando las poblaciones son pequeñas y por lo tanto, se cuenta con listados. Se caracteriza por que otorga la misma probabilidad de ser elegidos a todos los elementos de la población.

El *muestreo por conglomerados* es una técnica que aprovecha la existencia de grupos o conglomerados en la población que representan correctamente el total de la población en relación a la característica que queremos medir. Dicho de otro modo, estos grupos contienen toda la variabilidad de la población.

Cuando los conglomerados son áreas geográficas suele hablarse de "muestras por áreas". El muestreo por área permite aumentar el tamaño de la muestra.

3.2.1. Área de estudio

La Institución Educativa Integrada Privada “PERUANO - ALEMAN”, se encuentra ubicada en el Jr. Abtao N° 181 de la Ciudad de Huánuco – Perú. (*Ver figura 4*)

- **PROMOTOR:** LUIS CASIMIRO, LLANOS DORIA
- **DIRECTORA:** KARIN MABELA, VICTORIO VALDERRAMA

La Institución Educativa Integrada Privada "PERUANO - ALEMAN" fue creada gracias al entusiasmo y preocupación de la ONG CHANCE PERÚ ADREVI que viene trabajando más de 10 años SIN FINES DE LUCRO, que teniendo como líneas de acción la EDUCACIÓN,

POBREZA, ECOLOGÍA Y ASISTENCIALISMO SOCIAL, encabezado por el Señor LUIS LLANOS DORIA, amantes de la cultura, PROMOTOR Y DIRECTOR DE LA ONG quien se preocupa por la educación de la adolescencia de las zonas más necesitadas de Huánuco, se le dio el nombre de Institución Educativa Integrada Privada “PERUANO- ALEMAN”, para brindar sus servicios en el Nivel Secundario.

La Institución Educativa Integrada Privada “PERUANO - ALEMAN” que sigue los principios de la Educación Cristiana, conducida por educadores profesionales busca, por medio de la enseñanza, llegar a ofrecer una educación integral, dar una información sobre el mundo, los valores y sobre todo una educación para la vida.

Clima de la ciudad de Huánuco

Con una temperatura promedio de 24 °C, llamado por propios y visitantes como “La ciudad del mejor clima del mundo”, es tan agradable y benigno su clima que el sol brilla todo el año, en un cielo limpio con un resplandeciente celeste intenso. Su temperatura más baja es en el invierno, es decir en los meses de julio y agosto (21 °C en el día y 17 °C en las noches) y la temperatura más alta es en la primavera, en los meses de noviembre y diciembre (30 °C en el día). Cruzan la ciudad el imponente río Huallaga y el río Higuera con sus limpias aguas, en cuya travesía se pueden apreciar hermosos paisajes de variada vegetación. Este clima por ser seco y soleado es muy benéfico para las personas que adolecen de asma. (*Ver anexo 5*)

La temperatura media anual de la ciudad de Huánuco es de 18.7°C y tiene 388 mm de precipitación anual.²

² SERVICIO NACIONAL DE METEOROLOGIA E HIDROLOGIA DEL PERÚ - DIRECTOR ZONAL 10, HUANUCO – UCAYALI, Jr. aAbtao, Director. Ing. Héctor Vera Arévalo.

- Latitud sur: 8° 21' 47".
- Longitud oeste: entre 76° 18' 56" y 77° 18' 52,5".
- 41% urbana
- 59% rural
- Elevación: 1903 msnm
- Coordenadas UTM: 363476.34 m E 8901573.69 m S



Imagen 4. Plano de localización de la I.E.P. Peruano Alemán

Fuente: Google earth

En el esquema se puede apreciar el resumen de toda la metodología que se aplicará dentro del proyecto, estas se encuentran divididas en tres fases: preliminar, campo y estadístico. (Ver figura N° 03).

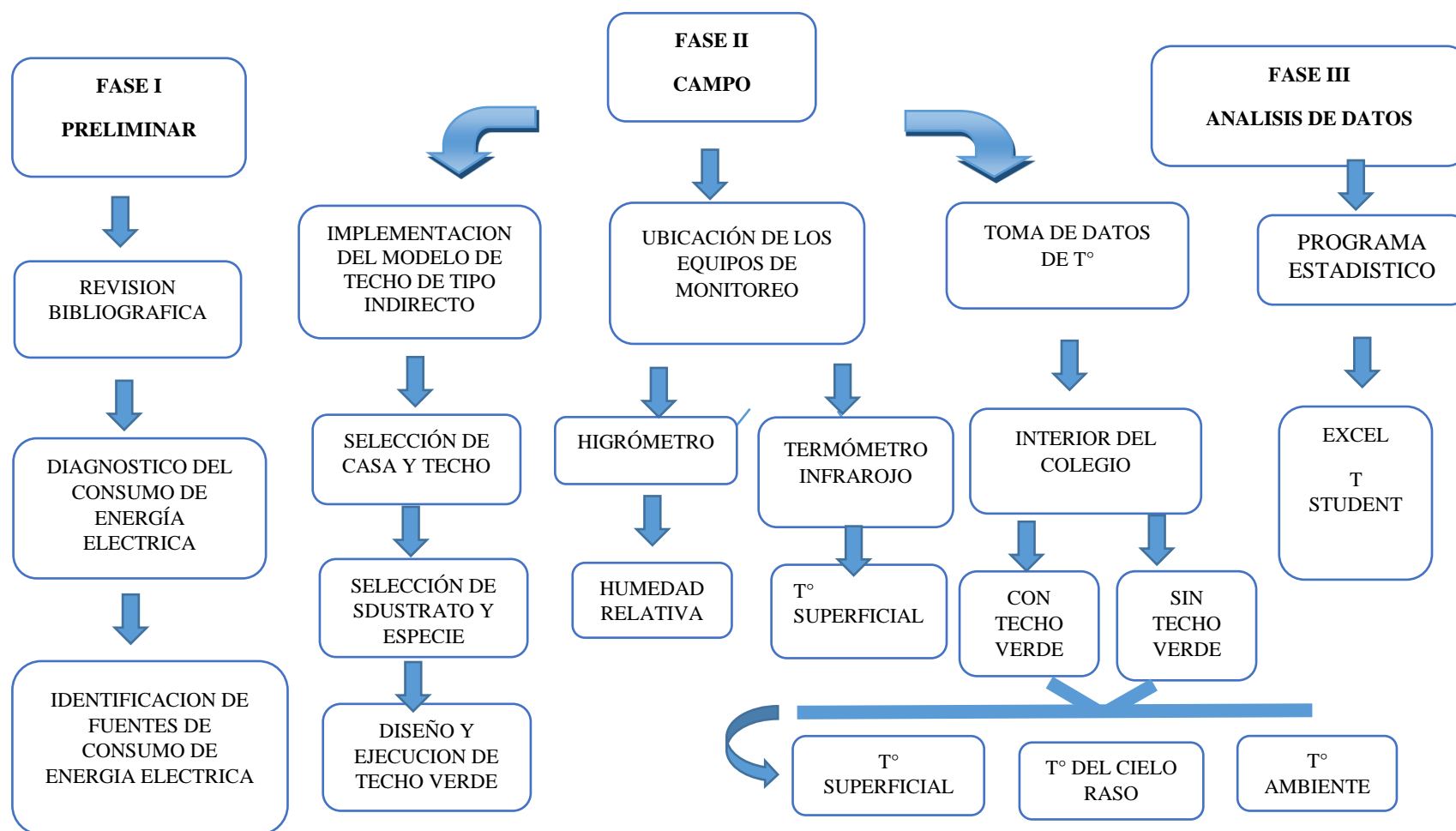


Figura 3. Esquema de la metodología

Fuente: elaboración propia

3.3. Técnicas e instrumento de recolección de datos.

3.3.1. Para la recolección de datos

La primera fase fue la recopilación de información acerca del tema, se hizo el diagnóstico del consumo de energía eléctrica, teniendo como referencia elaborando así un inventario de los equipos consumidores de energía eléctrica dentro de la I.E.P. Peruano - Alemán, luego se hizo el cálculo del consumo mensual de energía eléctrica en kWh, guardando toda esa información en una base de datos en Excel.



Imagen 5. Equipos consumidores de energía eléctrica.

Revisión bibliográfica para implementar un techo verde: concepto, definiciones, origen, estudios, beneficios, antecedentes, problemáticas.

La segunda fase, correspondiente a la fase de campo, se dividió en 3 partes: implementación del modelo de techo verde, ubicación de los quipos de monitoreo y toma de datos.

1. Implementación del modelo de techo verde, se buscó y escogió la Institución Educativa Particular Peruano Alemán, que cuenta con las características apropiadas para poder implantar este tipo de techo verde (*Ver anexo 8*). La elección del colegio dependió de: la accesibilidad, en cuanto a la facilidad de llegar al colegio, al techo y sobre todo por el tamaño del área que este posee.



Imagen 6. Vista Panorámica de la I. E. P. Peruano – Alemán.

Para la selección del colegio se buscó conocer la disposición de los docentes y estudiantes hacia este proyecto (innovación). A fin de conseguir su aceptación y vinculación para el desarrollo del estudio.

Posteriormente se escogieron las plantas y el sustrato a emplear en los techos verdes.

2. La medición de la temperatura superficial de la azotea y el cielo raso, se hicieron con el termómetro infrarrojo, a 1 metro de distancia, para conocer la temperatura superficial del concreto y el cielo raso, y con el termo-higrómetro se pudo medir la temperatura ambiente dentro de las aulas, con techo y sin techo verde.



Imagen 7. Medición de la temperatura de la superficie de la azotea.



Imagen 8. Temperatura ambiente.

3. . La toma de datos se hizo después de ya estar ejecutado e implementado el techo verde de tipo indirecto, los meses de noviembre, diciembre y enero, la toma de datos se hicieron una vez por semana (Sábados, durante todo el día, cada 3 horas). La toma de datos se hicieron 6 veces al día, a partir de las 6: am, cada 3 horas hasta las 9:00 pm. Para poder ver la diferencia de temperaturas durante el día.

La toma de muestra se realizó, por muestreo aleatorio simple, en las dos áreas; con techo y sin techo verde, tanto en la superficie de la azotea, como en el cielo raso de las aulas y oficinas del tercer piso.

El formato a usar es el siguiente:

Tabla 6. Formatos para la toma de datos de la temperatura (°C) ambiente - superficie de la azotea- cielo raso ambientales con techo verde y sin techo verde.

CON/SIN TECHO VERDE (T °C ambiente - superficie de la azotea- cielo raso)				
SEMANA	HORA	T° MÍN	T° MÁXI	T° PROM
1 . . . n	06:00 AM			
	09: 00 PM			
	12:00 PM			
	03:00 PM			
	06:00 PM			
	09:00 PM			

Fuente:

Elaboración

propia.

3.4. Para el análisis e interpretación de datos

La tercera fase, consiste en el análisis de los datos.

Los datos obtenidos de la temperatura (°C) ambiente, superficie de la azotea y cielo raso, con techo verde y sin techo verde., se organizaron, registraron y se analizaron en el programa Microsoft Excel.

Luego, se analizó estadísticamente aplicando “t” student, para observar si existía alguna diferencia significativa, estadísticamente hablando entre los datos de los diferentes tratamientos (con techo verde, sin techo verde). Para ello, se efectuaron pruebas de hipótesis, específicamente el diseño de experimentos.

En el caso de tener solo dos variables, como sucede en este caso: en la temperatura superficial, cielo raso, y temperaturas interiores (con techo verde y sin techo verde) se utilizó una prueba de diferencias de medias por parejas, llamada prueba t. Esta prueba rechaza H_0 , si la significancia es menor de 0,05 o no la rechaza si la significancia es mayor a 0,05.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS

4.1. Procesamiento de datos

4.1.2. Cálculo de consumo de energía eléctrica de la I.E.P. Peruano – Alemán.

De acuerdo a la guía de ³OSINERG, se pudo conocer el consumo mensual de energía eléctrica, que se realiza mensualmente dentro de la I.E.P. Peruano – Alemán.

Todos los cálculos hechos son referenciales, pudiendo ser mayores o menores de acuerdo con los hábitos de consumo de los usuarios y del tiempo efectivo de funcionamiento de los artefactos.

*si algún artefacto está prendido menos de una hora al día, utiliza las siguientes equivalencias: 15 minutos = 0.25 (1/4 hora), 30 minutos = 0.50 (1/2 hora), 45 minutos = 0.75 (3/4 hora)

*De los artefactos anotados en la primera columna, han sido identificados dentro de la I. E. P. Peruano – alemán, anotados con su respectiva potencia (W ó kW) en los casilleros en blanco. (Recuerda: 1 kW = 1000 W).

*En la columna “Cant. de artef.” se anotó la cantidad de artefactos eléctricos del mismo tipo que utiliza.

*En la columna “Horas de consumo diario” se anotó la cantidad de horas al día que funciona cada uno de los artefactos.

*En la columna “Días de consumo en un mes”, se anotó la cantidad de días al mes que está prendido cada artefacto.*En la Columna “Consumo mensual en kWh” se anotó el consumo

³ Guía para calcular el consumo de energía eléctrica, Osinerg, Gerencia General Fiscalización Eléctrica – Bernardi Monteagudo 222 Magdalena de Mar, Lima 17.

de los artefactos multiplicando: (Potencia kW) (Cant.de artef.) (Horas de consumo diario)
(Días de consumo en un mes).

*Finalmente el consumo mensual (kWh) será la suma los consumos mensuales de cada artefactos.

Tabla 7. Calculo del consumo de energía eléctrica de la I.E.P. Peruano – Alemán.

ARTEFACTOS ELÉCTRICOS QUE UTILIZA NORMALMENTE	POTENCIA ELÉCTRICA		CANT. DE ARTE F.	HORAS DE CONSUMO DIARIO	DÍAS DE CONSUMO EN UN MES	CONSUMO MENSUAL EN kWh
	Watts	kW				
Fluorescente de 40 W	50	0.05	21	1	20	21
Foco ahorrador	20	0.02	7	2	20	5.6
Computadoras	300	0.3	5	4	20	120
Copiadora	100	0.1	1	0.50 (1/2 hora)	15	0.75
Impresora	200	0.2	2	0.50 (1/2 hora)	20	4
TV de 20"	100	0.1	1	2	15	3
TV de 14"	80	0.08	1	1	15	1.2
Refrigeradora	350	0.35	1	6	20	42
Equipo de sonido	80	0.08	2	3	24	11.52
Teléfonos	80	0.08	2	8	27	34.56
Cámaras de seguridad	30	0.03	3	24	30	64.8
Luces de emergencia	20	0.02	2	24	30	28.8
Ventilador	100	0.10	9	4	27	97.2
TOTAL DE CONSUMO PROMEDIO						0.6268x434.43 = s/. 272.300

Fuente: elaboración propia. –Guía para cálculo de energía OSINERGMIN.

La I.E. P. Peruano – Alemán, paga un monto intervalo entre 250 y 300 soles mensualmente en consumo de energía eléctrica, teniendo en cuenta las horas de consumo.
(*Ver anexo 6*)

Aproximadamente consume 434.43 kW al mes, medidor del segundo y el tercer piso, y éste monto es multiplicado por la tarifa eléctrica (s/. 0.6268).

Se cuenta con 9 ventiladores dentro del colegio y oficinas, las cuales consumen mensualmente 97.2 kWh al mes. (*Ver tabla 6*)

Las tarifas eléctricas son fijadas por la Gerencia Adjunta de Regulación Tarifaria de la Comisión de Tarifas, organismo dependiente del OSINERGMIN, quien aprueba las tarifas eléctricas en forma definitiva.

Las tarifas eléctricas varían de acuerdo a la reglamentación emitida por el OSINERG que, evalúa los costos de generación, transmisión, distribución, operación y comercialización de energía en las que incurren las empresas concesionarias al emitir pliegos tarifarios de aplicación obligatoria. Y por ubicación, las tarifas varían en función a la ubicación y dependencia en que se encuentre el sistema eléctrico.

Asimismo, para la elección tarifaria se debe tener presente el consumo de la energía en horas punta (entre las 18:00 – 23:00 horas) y fuera de las horas punta (horas no comprendido en horas punta).

4.1.2. Calculo del ahorro energético y económico generado por la implementación de un techo verde de tipo indirecto.

Para poder conocer el ahorro energético y económico, tenemos que tener de referencia el consumo de energía eléctrica, mediante los montos de recibos de luz, de meses antes, y después de ser implementado el techo verde. (Ver tabla 8)

Tabla N° 08: Consumo de energía eléctrica, mayo 2017- enero 2018.

CONSUMO MENSUAL	ENERGÍA ACTIVA	CONSUMO MENSUAL + IMPUESTOS (RECIBO DE LUZ)
TOTAL CONSUMO MENSUAL MAYO	s/.253.1	s/.309.90
TOTAL CONSUMO MENSUAL JUNIO	s/.198.7	s/.254.80
TOTAL CONSUMO MENSUAL JULIO	s/.206.8	s/.262.80
TOTAL CONSUMO MENSUAL AGOSTO	$0.6210 \times 311 =$ s/. 193.131	s/. 245.50
TOTAL CONSUMO MENSUAL SETIEMBRE	$0.6267 \times 344 =$ s/. 215.5848	s/.273.40
TOTAL CONSUMO MENSUAL OCTUBRE	$0.6268 \times 360 =$ 225.648	s/. 281.70
TOTAL CONSUMO MENSUAL NOVIEMBRE	s/. 190.5	s/. 256
TOTAL CONSUMO MENSUAL DICIEMBRE	s/. 172.9	s/. 239
TOTAL CONSUMO ENERO	s/. 154.95	s/. 221

Fuente: elaboración propia. I.E.P.PERUANO – ALEMÁN. – ONG CHANCE PERÚ.

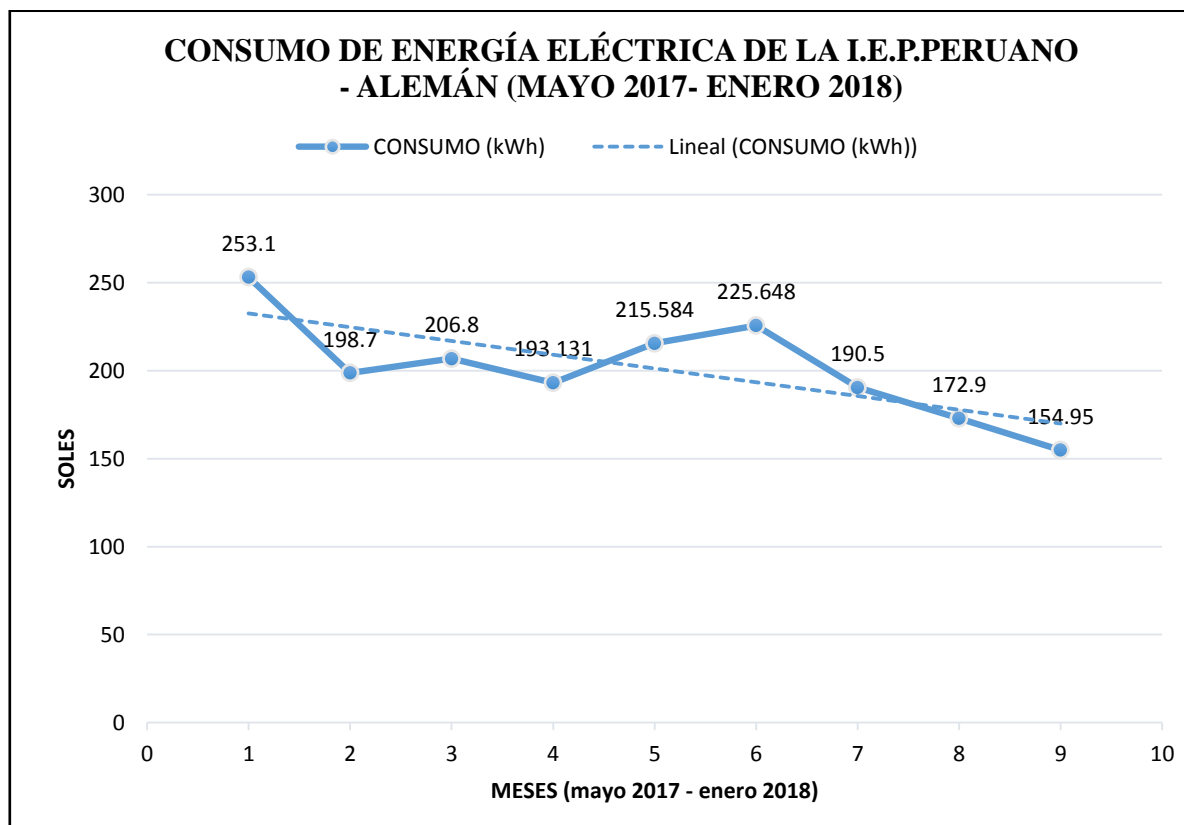


Gráfico 1. Consumo de la energía eléctrica.

Fuente: elaboración propia.

Los techos verdes se implementaron los meses de setiembre y octubre de manera progresiva, encontrándose ya implementado completamente desde noviembre de 2017, retirándose por completo a partir de éste mes los ventiladores, teniendo como resultado la disminución del consumo de energía eléctrica. (Ver gráfico 1)

4.1.3. Ahorro energético y económico

Tabla 8. Ahorro energético y económico por el uso de ventiladores.

ARTEFACTOS ELÉCTRICOS QUE UTILIZA NORMALMENTE	POTENCIA ELÉCTRICA		CANT. DE ARTEF.	HORAS DE CONSUMO DIARIO	DÍAS DE CONSUMO EN UN MES	CONSUMO MENSUAL EN kWh
	Watts	kW				
Ventilador	100	0.10	9	4	27	97.2
TOTAL DE CONSUMO PROMEDIO MENSUAL						0.6268 x 97.2 = s/. 60.92496

.Fuente: elaboración propia.

* s/. 0.6268 por kWh, Ley de tarifa única de electricidad

En la tabla 8 podemos ver que cada ventilador consume 100 watts, habiendo retirado los 9 ventiladores al implementar el techo verde, estaremos reduciendo 97.2 consumo mensual en kWh.

El ahorro económico promedio mensualmente será de aproximadamente s/. 60.00 soles, el cual reducirá porque ya no se usarán los ventiladores.

4.1.4. Diseño e implementación del modelo de techo verde

El material que se escogió para la construcción del techo verde indirecto, fue las jabas de fruta con plástico grueso, por ser un material resistente, de bajo costo, aislante, liviano, de fácil consecución, muy usado y adaptable. (Ver imagen 9)

A continuación, se pesaron las macetas con y sin sustrato, para determinar la carga total, saber si el peso era adecuado para el techo y evitar fallas en su estructura en caso de exceso. Se obtuvo un peso promedio de 0.60 Kg sin sustrato y 10.0 Kg con sustrato y planta. Su peso saturado con agua en de aproximado 15 kg por jaba.



Imagen 9. Preparación del sustrato en las macetas del techo verde.



Imagen 10. Distancia entre macetas

El área total que cubrió el modelo de techo verde fue de 200m², más del 40% del área total del techo. (Ver anexo 8)

Las macetas se encuentran a 30 cm de distancia una entre otra, teniendo como peso aproximado 60 kg por m², el cual no afecta al techo.

Las macetas no tienen contacto directo con el concreto del techo, se puso una base de madera de aproximadamente 5 cm de altura. (*Ver imagen 10*)



Imagen 11. Siembra y transplante en las macetas.

Se sembraron y trasplantaron diferentes especies de plantas, de raíces cortas.

Se colocó una polisombra con malla rashell, para proteger la vegetación en crecimiento de las condiciones ambientales extremas del techo que pudiera secarlas, y matarlas, como un mecanismo de regulación.

Esta polisombra fue transitoria mientras las plantas se adaptaron y se desarrollaron en al ambiente del techo; después se quitó para tomar los datos y para facilitar que crecieran en condiciones normales del entorno. (*Ver imagen 12*)

La escasez y baja presión del agua en el colegio impedía su llegada al techo.

Es por ello que el riego se realizó manualmente cada día, conjuntamente con el personal administrativo, a partir de las 5: 00 pm.



Imagen 12. Polisombra

El crecimiento de las plantas se dieron de manera progresiva, la implementación del techo duraron los meses de setiembre y octubre, realizando jornadas, cada fin de semana.



Imagen 13. Vista del techo verde, al ocultarse el sol.

La toma de datos se hizo cada fin de semana, una vez ya implementado el techo, durante todo el día.



Imagen 14. Vista del techo verde, al salir el sol.

4.1.5. Temperatura de la superficie de la azotea, en los dos escenarios, con techo verde y sin techo verde.

En las tablas 9 y 10 se muestran las temperaturas superficiales del techo en dos escenarios, con techo verde y sin techo verde. Las temperaturas más altas se encontraron a las 12:00p.m. y a las 3:00p.m., y las temperaturas más bajas se encontraron en las horas de la mañana 6:00a.m..

Con respecto a los valores promedio, el escenario con techo verde tuvo el menor con 30.39°C en comparación con el escenario sin techo verde que fue de 33.23°C , con una diferencia de 2.84°C .

Tabla 9. Temperatura de la superficie de la azotea con techo verde.

Temperatura ($^{\circ}\text{C}$) de la superficie de la azotea con techo verde												
semana	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Promedio T ($^{\circ}\text{C}$)	29.9	31.8	30.7	30.2	31.2	30.9	29.7	30.2	30.5	29.6	30.9	29.1

Fuente: elaboración propia.

Tabla 10. Temperatura de la superficie de la azotea sin techo verde.

Temperatura ($^{\circ}\text{C}$) de la superficie de la azotea sin techo verde												
semana	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Promedio T ($^{\circ}\text{C}$)	32.9	34.5	33.4	32.6	34.1	33.2	32.7	33.8	33.3	33.9	32.1	32.3

Fuente: elaboración propia.

En el gráfico 2, se muestran las temperaturas superficiales promedio, durante los 3 meses de toma de datos, con y sin techo verde, los valores bajos siempre fue la del techo verde. En las horas de la mañana se registraron los valores más bajos, al medio día y a las 3:00pm valores más altos de temperaturas en los dos escenarios. A las 6:00pm los valores son muy parecidos.

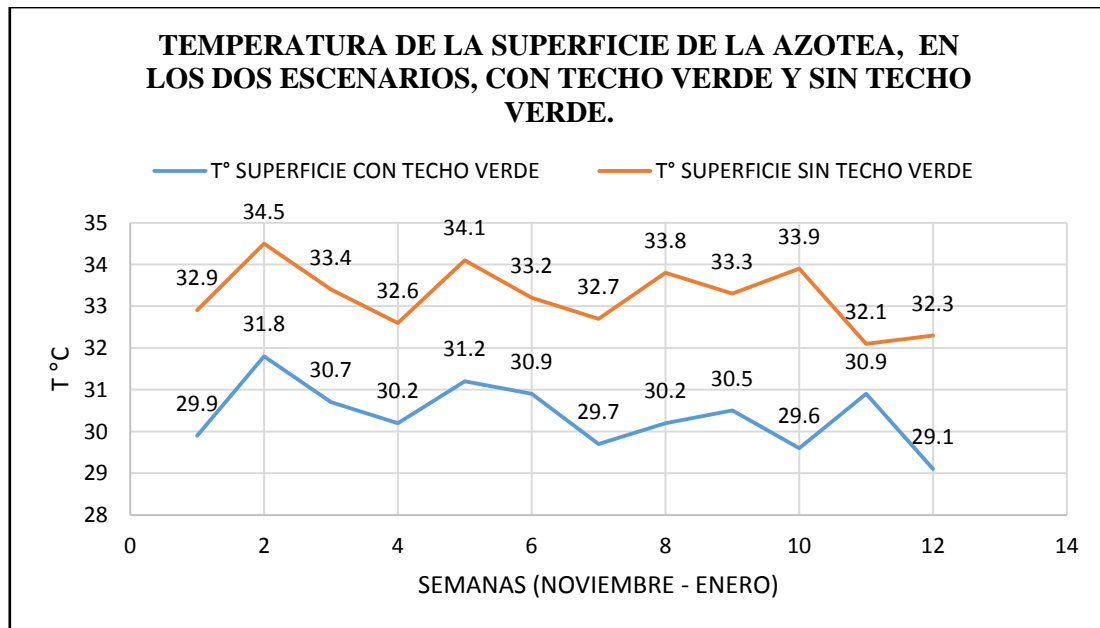


Gráfico 1. Temperatura de la superficie de la azotea, en los dos escenarios, con techo verde y sin techo verde.

Fuente: elaboración propia.

4.1.5.1. Análisis estadístico para temperaturas de la superficie de la azotea, en los dos escenarios (con techo verde y sin techo verde)

Los resultados obtenidos de la prueba estadística por parejas o prueba t son:

- ✓ $t_{1/2; n_1 + n_2 - 2} = t_{0.0025, 22} = 2.074$
- ✓ $|t_o| = 7.87 > 2.074$
- ✓ No se acepta H_0
- ✓ Existen diferencias significativas entre las 2 medias al nivel de confianza del 95%.

Este análisis permitió confirmar que si hay una diferencia estadísticamente significativa, debido a que el valor de la significancia fue 7.87 que es un valor mayor a 0.05. (Ver anexo 4)

4.1.6. Temperatura del cielo raso en los dos escenarios, con techo verde y sin techo verde.

En las tablas 11 y 12 se muestran las temperaturas superficiales del techo en dos escenarios, con techo verde y sin techo verde. Las temperaturas más altas se encontraron a las 12:00p.m. y a las 3:00p.m., y las temperaturas más bajas se encontraron en las horas de la mañana (6:00a.m.).

Con respecto a los valores promedio, el escenario con techo verde tuvo el menor con 27.3°C, en comparación con el escenario sin techo verde, que fue de 28.72 °C, con una diferencia de 1.42 °C.

Tabla 11. Temperatura del cielo raso con techo.

Temperatura (°C) superficial con techo verde												
Hora/semana	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Promedio T (°C)	28.4	27.6	28.1	27.3	28.1	27.7	26.5	25.9	27.2	26.4	26.6	27.8

Fuente: elaboración propia.

Tabla 12 Temperatura del cielo raso sin techo

Temperatura (°C) superficial sin techo verde												
Hora/semana	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Promedio T (°C)	29.3	28.7	29.1	27.9	29.5	29.9	28.3	27.8	29.4	28.3	27.7	29.1

Fuente: elaboración propia.

En el gráfico 2, se muestran las temperaturas del cielo raso dentro de las aulas y oficinas, durante los 3 meses de toma de datos, a las horas del muestreo con y sin techo verde, los valores bajos siempre fue la del techo verde. En las horas de la mañana se registraron los valores más bajos, al medio día y a las 3:00pm valores más altos de temperaturas en los dos escenarios.

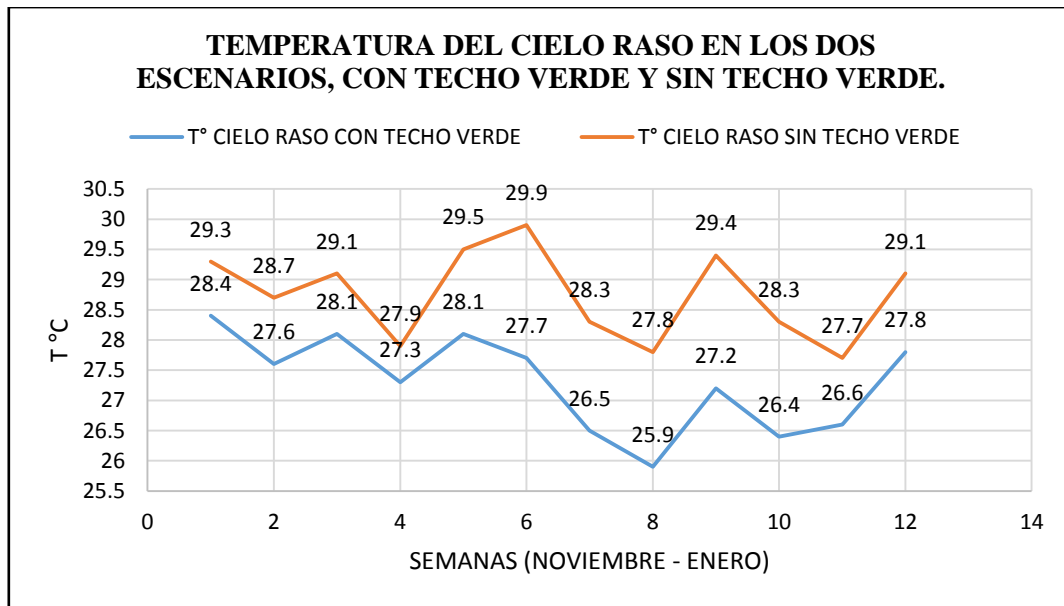


Gráfico 2. Temperatura del cielo raso en los dos escenarios, con techo verde y sin techo verde

Fuente: elaboración propia.

4.1.6.1. Análisis estadístico para temperaturas del cielo raso, en los dos escenarios (con techo verde y sin techo verde)

Los resultados obtenidos de la prueba estadística por parejas o prueba t son:

- ✓ $t_{1/2; n_1 + n_2 - 2} = t_{0.0025, 22} = 2.074$
- ✓ $|t_o| = 3.18 > 2.074$
- ✓ No se acepta H_0
- ✓ Existen diferencias significativas entre las 2 medias al nivel de confianza del 95%.

Este análisis permitió confirmar que si hay una diferencia estadísticamente significativa, debido a que el valor de la significancia fue 7.87 que es un valor mayor a 0.05. (Ver anexo 4)

4.1.7. Temperatura ambiente de los dos escenarios: interior con techo verde y sin techo verde.

En las tablas 13 y 14 se muestran las temperaturas ambientales en los dos escenarios: con techo verde y sin techo verde. Estos valores muestran un comportamiento semejante en las variaciones de temperatura en los periodos de muestreo.

En las horas de la mañana se registraron temperaturas bajas, al medio día alcanzaron valores más altos, y por la noche disminuyeron en comparación con las del medio día.

Promediando las temperaturas ambientales en todas las horas de muestreo, se encontró que el escenario con techo verde tuvo la temperatura promedio más baja, 25.15 °C y la temperatura promedio sin techo verde fue de 26.41 °C. Hubo una diferencia de 1.26 °C.

Tabla 13. Temperatura ambiente, interior con techo.

TEMPERATURA AMBIENTE CON TECHO VERDE (°C)												
Hora/Día	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
06:00	21.1	21.9	22.2	21.9	22.1	22.3	21.9	20.8	21.3	22.5	22.3	22.6
09:00	22.9	23.3	23.9	24.1	23.8	23.7	22.8	21.9	22.6	23.6	23.4	23.4
12:00	24.1	24.9	25.1	25.7	25.8	24.7	24.9	23.1	23.9	24.9	24.7	24.8
15:00	24.9	25.1	25.9	26.1	26.3	25.7	25.4	25.1	24.9	25.9	26.1	26.1
18:00	28	28.9	27.5	27.9	29.3	26.9	27	29.3	28.9	29.9	28.4	29.7
21:00	27.4	27.5	26.5	26.2	28.4	25.9	26.3	28.6	27.3	27.9	27.1	26.9
mínimo T (°C)	16.9	16.9	15.7	17.2	15.8	15.1	16.2	15.9	16.5	17.2	16.8	17.6
máximo T (°C)	27.8	27.3	26.5	26.1	26.7	27.3	26.1	25.3	25.2	24.1	24.6	25.9
Promedio T (°C)	24.7	25.3	24.9	25.3	26.0	24.9	24.7	24.8	24.8	25.8	25.0	25.6

Fuente: elaboración propia. Fuente: elaboración propia. – SENAMHI, Oficina de estadística.

Tabla 14. Temperatura ambiente, interior sin techo.

TEMPERATURA AMBIENTE INTERIOR SIN TECHO VERDE (°C)												
Hora/Día	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
06:00	20.3	21.4	20.9	21.4	22.1	23.8	22.8	21.9	21.6	22.4	23.1	22.9
09:00	22.3	23.2	25.9	24.1	23.6	22.8	24.7	24.9	24.1	25.1	23.4	23.5
12:00	25.1	24.9	24.7	25.7	25.1	24.9	26.6	25.7	25.1	24.8	24.7	25.1
15:00	27.9	27.2	26.9	29.6	28.5	29.7	29.3	28.8	27.9	29.1	28.5	27.5
18:00	31.5	31.2	30.3	30.7	31.1	30.6	34.8	32.3	31	30.2	29.8	29.9
21:00	29.9	30.6	30.2	30.6	32.5	31.2	31	30.6	29.5	30.4	30.1	28.6
mínimo T (°C)	17	16.9	16	16.5	16.2	17.8	15.2	17.5	16.9	17.2	15.8	16.1
máximo T (°C)	29.5	28	29.9	26.2	27.3	28.5	27.4	26.6	25.9	26.1	27.7	28.2
Promedio T (°C)	26.2	26.4	26.5	27.0	27.2	27.2	28.2	27.4	26.5	27.0	26.6	26.3

Fuente: elaboración propia. – SENAMHI, Oficina de estadística.

En el gráfico 5, se muestra las temperaturas del ambiente en los dos escenarios, aulas y oficinas con techo verde y sin techo verde.

Los picos más altos de temperatura son al medio día donde se evidencia la mayor diferencia, o disminución de temperatura del techo verde.

4.1.8. Temperatura ambiente con respecto a la hora.

En el gráfico 4, tenemos la temperatura ambiente, como va variando de acuerdo a las horas, en los dos escenarios (con techo y sin techo verde). Los registros del techo verde estuvieron por debajo de todo casi todo el tiempo de muestreo excepto en las horas de la mañana. Los picos más altos de temperatura son a partir del medio y va bajando por noches, donde se evidencia la mayor diferencia, o disminución de temperatura del techo verde.

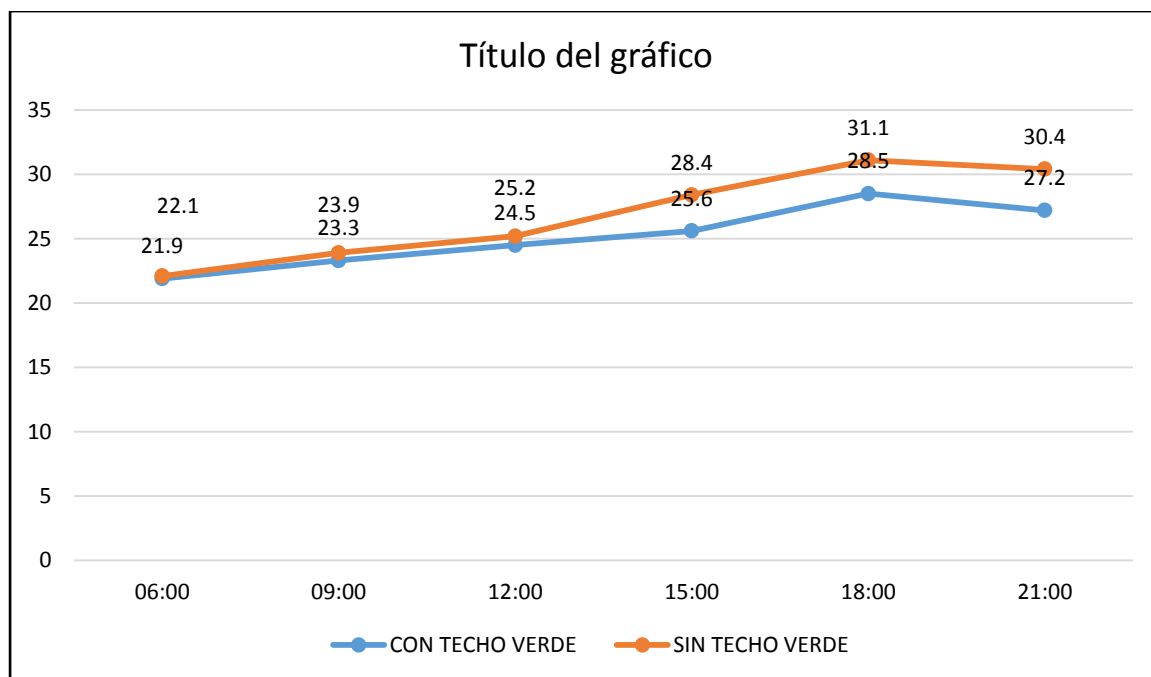


Gráfico 3. Temperatura ambiente con respecto a la hora.

Fuente: elaboración propia.

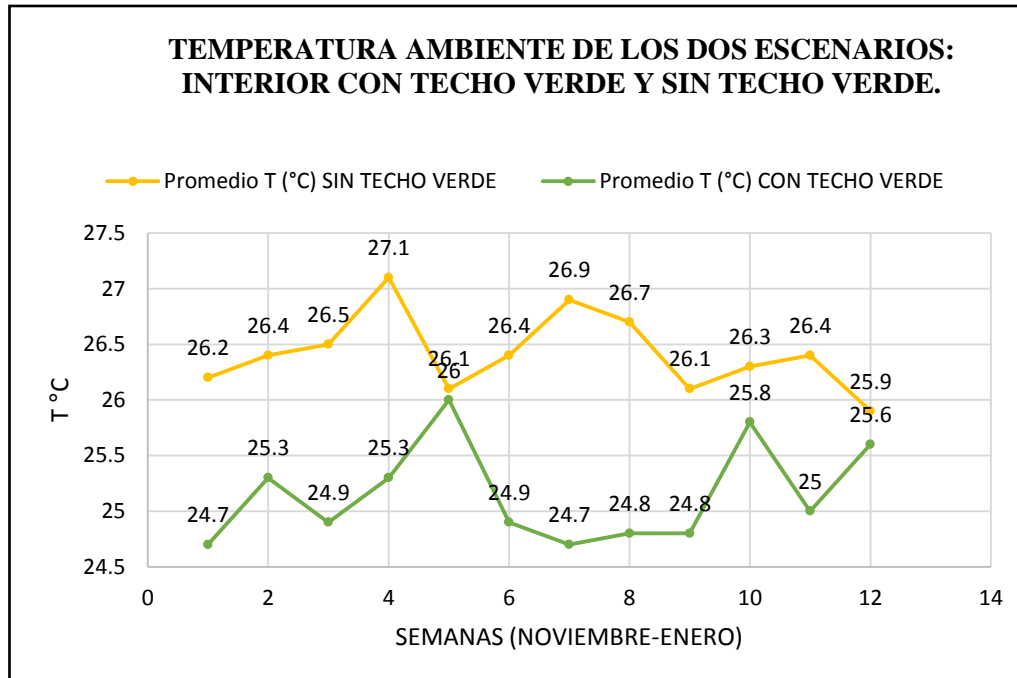


Gráfico 4. Temperatura ambiente de los dos escenarios: interior con techo verde y sin techo verde.

Fuente: elaboración propia.

4.1.8.1. Análisis estadístico para temperatura ambiente, en los dos escenarios (con techo verde y sin techo verde)

Los resultados obtenidos de la prueba estadística por parejas o prueba t son:

- ✓ $t_{1/2; n_1 + n_2 - 2} = t_{0.0025, 22} = 2.074$
- ✓ $|t_o| = 6.44 > 2.074$
- ✓ No se acepta H_0
- ✓ Existen diferencias significativas entre las 2 medias al nivel de confianza del 95%.

Este análisis permitió confirmar que si hay una diferencia estadísticamente significativa, debido a que el valor de la significancia fue 6.44 que es un valor mayor a 0.05. (*Ver anexo 4*)

CAPÍTULO V

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Según lo que se pudo observar de los resultados, los techos verdes son una buena opción como aislante térmico, destacando especialmente durante el verano. (*Ver anexo 5*)

Ya que la temperatura redujo en 1.26°C , disminuyendo así la temperatura ambiente dentro de las aulas y oficinas, haciendo innecesario el uso de ventiladores, y generando un ahorro económico aprox. De s/. 60.92 soles, y un ahorro energético de 97.2 kWh mensualmente.

El tipo de cubierta verde que se escogió y se realizó fue la indirecta, debido a la información secundaria y experiencias en otros estudios. Es una buena opción y se considera viable, ya que el peso es la más liviana, necesita pocos recursos y presupuestos, se puede implementar con cualquier material que sea resistente y liviano

Este tipo de techo verde tiene unas limitantes, la primera es que no se puede sembrar cualquier planta solo las de raíces poco profundas y de porte bajo; su durabilidad en el tiempo es poca en comparación de un tipo directo; a gran escala, o grandes áreas no es muy práctico.

Al implementar el techo verde se tuvo varios problemas la primera fue la escasez y presión de agua, así que tocaba regar de manera manual, una vez al día.

Debido al fuerte sol en los meses de implementación, las plantas se adaptaron a esas condiciones extremas y se quemaron, por lo que se tuvo que hacer varias resiembras. Y por último implementar una polisombra que tuvo un gran resultado con el desarrollo de las plantas.

La diferencia de temperaturas ambientales promedio entre el interior con techo verde y sin techo verde fue de 1.26°C .

Esta diferencia de temperaturas no fue tan notable, debido al lugar donde se puso el modelo fue encima de las aulas, donde es el lugar más ventilado, donde esta diferencia de

temperatura fue perceptiva mínimamente por los estudiantes. Además por el hecho que los espacios donde se tomaron los datos están juntos pudo influir en los resultados. Otro factor que pudo influir fue la posición del colegio con respecto al sol.

Según lo que se ha mencionado en el marco conceptual sobre la disminución de temperatura por una cobertura vegetal, algunas referencias dieron valores más altos, como menciona Jaffal (2012) quien afirma que la cobertura total del techo puede disminuir la temperatura dentro del hogar de 6 a 9 °C en verano. La diferencia de los resultados con este proyecto puede deberse al área del techo verde.

Este estudio se implementó en un área de 200 m², que con respecto a la totalidad del techo es casi la mitad de la parte total. En otros estudios se implementaron áreas mayores o hasta la totalidad del techo donde generaban mayor cobertura (Jaffal, 2012), lo que concuerda con lo que dice el arquitecto Adams (2004) que a mayor cobertura del tejado con vegetación la variación de temperatura va a ser mayor hasta cierto punto. Así lo menciona González et al en Briz (2004:245-247) en un estudio de arquitectura bioclimática donde la vegetación, la cantidad, el tipo, y la forma de la misma, es muy importante en la atenuación de temperatura en el interior de las viviendas, rectificando lo que se ha mencionado sobre que la cantidad de vegetación o cobertura en el techo influye en la variación de la temperatura ambiente. Se puede pensar que si se hubiese construido el techo verde en un área más grande, como la totalidad de está, la atenuación de temperatura habría sido mayor.

Otro aspecto importante es que las plantas no estaban bien desarrolladas, ni “tupidas”, para que el efecto de la atenuación fuese más notables, como menciona Liu et al (2011) cuando afirma que la forma, el tamaño, el desarrollo, las hojas y las ramificaciones (tupidas) de las plantas afectan la atenuación de la temperatura. En este mismo estudio se concluyó que las plantas de mayor tamaño, desarrolladas, de color verde y mayor número de hojas, atenúan más la temperatura (Liu et al, 2011).

En las temperaturas superficiales en el interior del colegio, siempre hubo una diferencia entre los valores del techo verde y sin techo verde, donde la temperatura del techo verde siempre estuvo por debajo que el de sin techo verde.

La temperatura superficial del techo fue muy notable la diferencia, muy parecido a los resultados de Teemusku y Mander (2010) quienes compararon temperaturas de un techo convencional con uno con techo verde, y la mayor diferencia de temperatura fue debajo del sustrato y de la planta, como sucedió en el presente estudio. Esto pudo deberse a la vegetación, al sustrato y las guaduas (recipientes) del techo verde, ya que realizaron un efecto “barrera” de los rayos solares y se produjo la disminución de la temperatura del techo y del ambiente dentro del hogar (Ibañez, 2004; Briz, 2004), como ocurre con la sombra de los árboles.

Otros factores que influyeron en la atenuación de la temperatura del techo son el riego, el agua y el sustrato. Mark et al (2008) y Tobares (2009) afirman que la atenuación de la temperatura de los techos verdes puede deberse a la evo-transpiración y aumento de la reflexión que produce las plantas, la biomasa, el sustrato y el riego. La unión de todos estos procesos hace que la temperatura disminuya.

Con respecto a la percepción de los habitantes sobre esta tecnología, techo verde, varias personas les parecía extraña y ridícula la idea, algunos pensaban que esta tecnología podría dañar la estructura del colegio. Los habitantes del colegio donde se realizó el proyecto, tenían una idea neutral sobre el modelo, que ni traería beneficios ni traería desventajas. Otros integrantes pensaba que si iba a traer beneficios, como la disminución de la temperatura, refugio de especies y que se vería “bonito”.

Pero al final se dieron cuenta que no hubo inconvenientes o daños en la infraestructura o fachada del colegio, no sintieron la diferencia de la disminución de la temperatura ambiente (percepción), les pareció bonito tener un “jardín” en el techo

CONCLUSIONES

La temperatura se redujo en 1.26 ° C, en el interior de las aulas con techo verde de un área de 200 m², en el área sin techo verde la temperatura se mantuvo.

Sin embargo, es necesario realizar estudios sobre ellos, debido a la escasez de información que se ha observado y a la inexistencia de un modelo que permita simular el comportamiento de los techos verdes, con el fin de estimar sus efectos como aislantes y diseñar conscientemente a futuro.

La construcción de techos verdes no está actualmente normada, sin embargo existen documentos técnicos, recomendaciones y bibliografía suficiente que permiten su correcta instalación y ejecución en proyectos que los involucren.

El modelo de techo verde de tipo indirecto con jabs como recipiente, de poco presupuesto, es una opción viable y adecuada, debido a que este material es de fácil acceso.

El uso de techos verdes ayuda a disminuir la temperatura en zona de tierra caliente, pero su grado de atenuación depende de del área cubierta, de las plantas, el sustrato, los materiales y el tipo de techo verde que se implemente.

Los beneficios de los techos verdes, en términos cuantitativos varían considerablemente de un estudio a otro por sus características y los diferentes contextos que se pueden evidenciar.

La implementación de un techo verde puede ser asequible y de poco presupuesto. El clima y la especie de planta que se utilice son variables determinantes para que funcione correctamente el sistema de techo verde en cualquier caso.

El modelo del techo verde indirecto utilizando jabs como recipiente puede pesar 70 Kg/m² con sustrato y cobertura vegetal.

La percepción de las personas sobre esta tecnología de techos verdes puede ser un limitante en algunos casos ya que la desconocen y desconfían a la hora de implementarla o no la dejan implementar por eso mismo.

El área, el tipo de techo verde, las plantas, el sustrato y los materiales de los techos verdes influyen directamente sobre los beneficios que se pueden obtener y, en este caso, sobre la temperatura.

Para realizar un balance económico completo se debe hacer un análisis del ciclo de vida de la cubierta ecológica, estudiar la forma de expresar sus aportes medioambientales en términos monetarios y los ahorros que se producen debido a las mejoras en el comportamiento térmico de los edificios.

RECOMENDACIONES

Tener en cuenta a la hora de implementar un techo verde:

- a) Que las condiciones del techo no son las mismas que las del exterior y varían de casa a casa.
 - b) Las plantas enraizadas pueden acelerar el proceso de desarrollo del techo verde.
 - c) En condiciones extremas, es necesario utilizar un protector o una polisombra para ayudar al crecimiento y adaptación de las plantas en el techo.
 - d) En zonas donde el agua es escasa es importante hacer o tener canales y almacenamiento para recoger el agua lluvia.
- Para cuantificar los beneficios de esta tecnología se debe tener presente el área y cobertura del techo verde, además de llevar un constante registro o monitoreo de su comportamiento (a todas horas para mirar su comportamiento).
 - Es necesario hacer más investigaciones sobre este tema, ya que puede ser una herramienta muy utilizada e implementada como estrategia para combatir algunas problemáticas de carácter socio-ambiental. Además para crear un antecedente de ganancias y errores del tema, pero sobre todo un antecedente en la zona.
 - Para este tema, sería bueno indagar sobre la utilización de especies nativas que se adapten a un techo verde, para fomentar e incentivar el cultivos de estas especies.

Apreciación general

Como egresada y futura ingeniera, estoy seguro de que los techos verdes, sumando todos sus aportes al medioambiente, ahorros energéticos, mejoras en la calidad de vida de las personas y su entorno, superan con creces a cualquier otra alternativa que el mercado pueda ofrecer. Es fundamental comenzar a considerar su importancia, sus enormes beneficios y lo que significa construir espacios y ciudades más confortables, saludables y sostenibles para las generaciones futuras.

Así mismo, estimo que representan enormes oportunidades de investigación y beneficios económicos agregados a futuro, que sin duda permitirán constituir a las cubiertas verdes, como una opción cada vez más viable y a ser considerada. El gran desafío es implementar aquellas estrategias y políticas adecuadas, enfocadas a desarrollar consciencia y materializar proyectos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Adams, P. (2004) Jardines colgantes arquitectura del paisaje urbano. Editorial Loft, Barcelona, España, 8-14pp.
- Almanera, J. P. (01 de 02 de 2017). Comercio. Radiación aumenta hasta en 45% en suelos de concreto o en arena, pág. 3.
- AETS, ECONOLER, Estudio de Mercado de Eficiencia Energética en Chile, Gobierno de Chile [en línea] Santiago, Chile.
- Alan K. Betts; John H. Ball (1997). «Albedo over the boreal forest». Journal of Geophysical, Archivado desde el original el 30 September 2007. Consultado el 27 de agosto de 2007.
- Beraún, C. (16 de 11 de 2016). Huánuco soporta temporada de calor más alta de los últimos años. Senamhi pronosticó mayor cantidad de radiación durante el mes de noviembre y exhorta al cuidado de la piel e hidratación., pág. 8.
- Beraún, C. (20 de 12 de 2016). Huánuco: Escolares reciclan en biohuertos. Huánuco: Escolares reciclan en biohuertos, pág. 7.
- Briz, J. 2004. Naturación urbana cubiertas ecológicas y mejora medioambiental. Grupo mundi- prensa, Madrid, España.
- Cristancho, N. (2011).Techos verdes en Bogota, una alternativa ambiental con beneficios técnicos.Tesis de pregrado, Universidad la Gran Colombia, facultad de ingeniería civil, Bogotá.
- Cruz, S. (2012) Las Azoteas verdes, una alternativa sustentable ante la acelerada urbanización,disponible en <http://ecotecnologiasparaelbienestar.wordpress.com/eco-tecnologias/azoteas-verdes/>. Recuperado: 25 de julio 2012.

- Forero, C. y Devia, C. (2011) Mejora de las condiciones de habitabilidad y del cambio climático a partir de ecotechos extensivos. Cuadernos de vivienda y urbanismo. Vol 8, No 8.
- Gaffin, R., C. Rosenzweig, J. Eichenbaum, R. Khanbilvardi y T. Susca. (2010) A temperature and seasonal energy analysis of green, white and black roofs. Columbia university, center for climate systems research. New York, pp. 19.
- García, I., 2010. Beneficios de los sistemas de naturación en las edificaciones. SNES-ABC, 22. Gernot, M., 2004. Techos verdes. Planificación, ejecución, consejos prácticos. Fin de Siglo. Montevideo. 85 p.
- Gedge, D. y Frith, M. 2004. Green Roof benefits and cost implications. Livingroofs.org. Disponible en <http://www.sustainable-eastside.net/Green%20Roofs%20Report%202007.05.pdf>, recuperado el 22 de Julio del 2012. Gernot, M. (2004) techos Siglo. Montevideo, pp.85.
- Gonzalez E. (2004) Cubiertas verdes en Madrid. Revista naturacion urbana. Higuera E. (2006) Urbanismos bioclimático. Editorial Gustavo Gili. Barcelona, España.
- Hoffman, L. (2006) Combating combined sewer flow: Green roof storm water modeling. Biocycle.
- Hoz, K. I. (2013). Más techos verdes en las azoteas de Lima. plubímetro, 3.
- Ibañez, A. (2008). Techos vivos extensivos: una práctica sostenible por descubrir e investigar en Colombia. Revista de arquitectura Alarife, pp. 21-35.
- Koniechi, A. (s.f). Manual de Azoteas Verdes, disponible http://www.azoteasverdes.org/wp/?page_id=43. Recuperado: 25 de julio del 2012.
- Marín, T. (2012). Reducir las islas de calor con techos fríos o blancos. EcoHabitar, pag. 12.

- Minke, G. Techos verdes planificación, ejecución, consejos prácticos. Editorial fin de siglo, Montevideo, Uruguay.
- MONJO GARRIÓ, J.: Evolución de la cubierta plana. La cuarta generación, en Seminarios del Colegio Oficial de Ingenieros Agrónomos de Centro y Cananas, N° 13, Madrid, Editorial Agrícola Española, S.A., 1998.
- MORENO, A.: La energía. Madrid, Editorial Acento, 1997
- NEILA, F. J.; BEDOYA, C: Acondicionamiento y energía solaren arquitectura. Madrid, Servicio de Publicaciones del Colegio Oficial de Arquitectos de Madrid, 1986.
- NEILA, F. J.; BEDOYA, C: Técnicas arquitectónicas y constructivas de Acondicionamiento ambiental, Madrid, Editorial Munilla-León, 1997.
- Odum, E. P., & Barrera, J. I. (2002). Acercamiento a la ecología de la restauración. Revista de la Facultad de Ciencias, 11-24.
- Olaechea, F. B. (11 de 12 de 2012). La Molina: nuevas casas deberán tener techos con áreas verdes. El comercio, pág. 5.
- Ortega, A. (2012). Cubiertas vegetales, una revision histórica y técnica. Universidad nacional autónoma de mexico.
- Teemusk, A., y Mander, U., 2009. Greenroof potential to reduce temperature fluctuations of a roof membrane: A case study from Estonia. Building and Environment, 44 (3), 643- 650.
- Williams, N. S. G., Rayner, J.P., y Raynor, K. J., 2010. Green roofs fora wide brown land: Opportunities and barriers for rooftop greening in Australia. Urban Forestry & Urban Greening, 9 (3), 245- • 25
- YÁNEZ, Guillermo: Arquitectura solar, Aspectos pasivos, bioclimatismo e iluminación natural. Madrid, Monografías de la Dirección General para la Vivienda y Arquitectura, 1988.

ANEXOS

ANEXO 1: Resolución de aprobación del proyecto de trabajo de investigación.

UNIVERSIDAD DE HUANUCO
Facultad de Ingeniería
RESOLUCIÓN N° 731-2017-CF-FI-UDH
 Huánuco, 17 de noviembre de 2017

Visto, el Oficio N°499-C-PAIC-FI-UDH-2017, del Coordinador Académico de Ingeniería Ambiental, referente al bachiller Jhendy Milagros INGA CAQUI, del Programa Académico Ingeniería Ambiental Facultad de Ingeniería, quien solicita Aprobación del Proyecto de Investigación;

CONSIDERANDO:

Que, según Resolución N° 505-99-CO-UH, de fecha 06.09.99, se aprueba el Reglamento de Grados y Títulos de la Facultad de Ingeniería, vigente;

Que, según el Expediente 2060-17, del Programa Académico de Ingeniería Ambiental, Informa que el Proyecto de Investigación Presentado por el bachiller Jhendy Milagros INGA CAQUI, ha sido aprobado, y

Que, según Oficio N° 499-C-PAIC-FI-UDH-2017, del Presidente de la Comisión de Grados y Títulos del Programa Académico de Ingeniería Ambiental, Facultad de Ingeniería, Informa que el recurrente ha cumplido con levantar las observaciones hechas por la Comisión de Grados y Títulos, respecto al Proyecto de Investigación; y

Estando a lo acordado por el Consejo de Facultad de fecha 16 de Noviembre del 2017 y normado en el Estatuto de la Universidad, Art. N° 44 inc.r);

SE RESUELVE:

Artículo Primero.- APROBAR, el Proyecto de Investigación Titulado:

“EVALUACION DE LA REDUCCION DEL CONSUMO DE LA ENERGIA ELECTRICA, MEDIANTE LA IMPLEMENTACION DE UN TECHO VERDE DE TIPO INDIRECTO EN EL INTERIOR DE LA I.E.P. PERUANA ALEMANA, HUANUCO” presentado por el bachiller Jhendy Milagros INGA CAQUI, para optar el Título de Ingeniera Ambiental del Programa Académico de Ingeniería Ambiental de la Universidad de Huánuco.

REGÍSTRESE, COMUNÍQUESE, ARCHÍVESE



UNIVERSIDAD DE HUANUCO
 FACULTAD DE INGENIERIA
 CONSEJO DE FACULTAD
 Ing. JOHNNY P. JACHA ROJAS
 SECRETARIO DOCENTE



ANEXO 2. Resolución de nombramiento de asesor.

UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO

Facultad de Ingeniería

RESOLUCIÓN N° 453-2017-D-FI-UDH

Huánuco, 27 de julio de 2017

Visto, el Expediente N° 1256-17, presentado por la alumna **Jhendy Milagros, INGA CAQUI** del Programa Académico de Ingeniería Ambiental, quién desarrollará el proyecto de Tesis, solicita Asesor de Tesis.

CONSIDERANDO:

Que, de acuerdo a la Nueva Ley Universitaria 30220, Capítulo V, Art 45º inc. 45.2, es procedente su atención, y;

Que, según el Expediente N° 1256-17, de la alumna **Jhendy Milagros, INGA CAQUI**, quién desarrollará el proyecto de Tesis, solicita Asesor de Tesis, para desarrollar su trabajo de investigación, el mismo que propone al Mg. Edson Javier Morales Chuquimantari como Asesor de Tesis, y;

Que, según lo dispuesto en el Capítulo II, Art. 27º y 28º del Reglamento General de Grados y Títulos de la Universidad de Huánuco vigente, es procedente atender lo solicitado, y;

Estando a Las atribuciones conferidas al Decano de la Facultad de Ingeniería y con cargo a dar cuenta en el próximo Consejo de Facultad.

SE RESUELVE:

Artículo Único.- DESIGNAR, como Asesor de Tesis de la alumna **Jhendy Milagros, INGA CAQUI** al Mg. Edson Javier Morales Chuquimantari, Docente del Programa Académico de Ingeniería Ambiental, Facultad de Ingeniería.

Regístrese, comuníquese, archívese



UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO
FACULTAD DE INGENIERÍA
CONSEJO DE FACULTAD
[Signature]
Ing. JOHNNY P. JACHA ROJAS
SECRETARIO DOCENTE



UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO
[Signature]
Mg. Ricardo Sachun García
DECANO DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA

Distribución:

Fac. de Ingeniería - PAIA- Asesor - Exp. Graduando - Mat. y Reg.Acad. - File Personal - Interesado - Archivo.
RSG/JPR/nto

ANEXO 3: Matriz de consistencia

FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	OBJETIVO GENERAL	HIPÓTESIS GENERAL	VARIABLES	INDICADORES
¿Cómo será la reducción del consumo de la energía eléctrica, al implementar un techo verde de tipo indirecto al interior de la I. E. P. Peruano – Alemán?	Evaluar la reducción del consumo de la energía eléctrica, mediante la implementación de un techo verde de tipo indirecto al interior de la I. E. P. Peruano Alemán.	Con la implementación de un techo verde de tipo indirecto, se puede evaluar la reducción del consumo de la energía eléctrica, al interior de la I.E.P Peruano – Alemán.	Variable independiente: Implementación de un techo verde de tipo indirecto	Dimensiones: Recipientes o materas. Sustrato. Especies de plantas.
Problemas específicos	Objetivos Específicos	Hipótesis Específicos		
¿Cómo determinar el consumo de la energía eléctrica, de los equipos eléctricos que componen los ambientes de la I.E.P Peruano – Alemán?	Determinar el consumo de la energía eléctrica, identificando los equipos eléctricos que componen los ambientes de la I. E. P. Peruano – Alemán.	Con la identificación de los equipos eléctricos se puede determinar el consumo de la energía eléctrica, en los ambientes de la I.E.P Peruano – Alemán.	Variable dependiente: Reducción del consumo de la energía eléctrica.	Dimensiones: Temperatura máxima (°C) Temperatura mínima (°C) Consumo de la energía eléctrica
¿Cómo cuantificar el ahorro energético y económico al implementar un techo verde de tipo indirecto al interior de la I.E.P Peruano – Alemán?	Cuantificar el ahorro energético y económico generado por la implementación de un techo verde de tipo indirecto al interior de la I. E. P. Peruano – Alemán.	Con la implementación de un techo verde de tipo indirecto, se puede cuantificar el ahorro energético y económico.		
¿Cómo evaluar el efecto térmico de la superficie de la azotea y el cielo raso, al interior de la I.E.P Peruano – Alemán al implementar un techo verde de tipo indirecto?	Evaluar el efecto térmico de la superficie de la azotea y el cielo raso, al interior de la I. E. P. Peruano – Alemán al implementar un techo verde de tipo indirecto.	Con la implementación de un techo verde de tipo indirecto, se puede evaluar el efecto térmico de la superficie de la azotea y el cielo raso, en el interior de la I. E. P. Peruano – Alemán.		
¿Cómo cuantificar y comparar la variación de la temperatura ambiental, al interior de la I.E.P Peruano – Alemán al implementar un techo verde de tipo indirecto?	Cuantificar y comparar las variaciones de temperatura ambiente en el interior de la I. E. P. Peruano – Alemán al implementar un techo verde de tipo indirecto.	Con la implementación de un techo verde de tipo indirecto, se puede cuantificar y comparar las variaciones de temperatura ambiente en las aulas de la I. E. P. Peruano – Alemán.		

TIPO Y NIVEL DE INVESTIGACIÓN	POBLACIÓN Y MUESTRA	DISEÑO DE INVESTIGACIÓN	TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN	INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN
Tipo de Investigación Investigación mixta Enfoque El enfoque cuantitativo Alcance o nivel Nivel explicativo Diseño Diseño experimental.	Población Estará conformado por todas las aulas y oficinas del tercer piso de la I. E. P. Peruana Alemana. Muestra: Área total del techo verde = 200m ² Área total del techo verde = 2500m ² Tipo de Muestreo Probabilístico , de tipo aleatorio simple, por conglomerados.	Tipo de diseño Diseño experimental Es conocido también como diseño de controles aleatorios o modelo experimental. La investigación estadística es un tipo especial de investigación que requiere de un proceso metódico y estructurado. Las etapas según (Martínez, 2000) son: planteamiento, recolección procesamiento y análisis.	Técnicas de Campo Observación. Evaluación Técnicas estadísticas “t” student , para observar si existía alguna diferencia significativa, estadísticamente hablando entre los datos de los diferentes tratamientos (con techo verde, sin techo verde). Para ello, se efectuaron pruebas de hipótesis, específicamente el diseño de experimentos. Se utilizó una prueba de diferencias de medias por parejas, llamada prueba t. Esta prueba rechaza Ho, si la significancia es menor de 0,05 o no la rechaza si la significancia es mayor a 0,05. Microsoft Excel	Fichas de localización Fichas bibliográficas Fichas de investigación Fichas textuales Fichas de resumen Fichas de comentario. Instrumentos de campo a) Guía de observación

ANEXO 4: Análisis estadístico.**✓ Temperatura superficial de la azotea**

Se recoge la muestra de t° de 12 días, para cada área, con techo verde y sin techo verde.

Se tiene la media muestral del componente:

$$n = 12$$

$$Y_1 = 30.39 \text{ (con techo verde)}$$

$$Y_2 = 33.23 \text{ (sin techo verde)}$$

La varianza:

$$\sum (x - x_2)^2$$

$$\text{Con techo verde} = 7.16$$

$$\text{Sin techo verde} = 6.93$$

La desviación estándar:

$$S = \sqrt{\frac{1}{n} \sum (x_1 - x)^2}$$

Con techo verde

Sin techo verde

$$S = \sqrt{\frac{7.16}{12}} = 0.77$$

$$S = \sqrt{\frac{6.93}{12}} = 0.76$$

Se compara el valor estadístico con el valor de una distribución t de Student $t_{\alpha/2; n_1 + n_2 - 2}$.

Sí $|t_o| = t_{\alpha/2; n_1 + n_2 - 2}$, entonces se rechaza H_o .

$$s_1^2 = \frac{\sum (x_1 - x)^2}{n - 1}$$

$$\text{Con techo verde} = 0.81$$

$$\text{Sin techo verde} = 0.75$$

$$s_p = \frac{(n_1 - 1)s_1^2 + (n_2 - 1)s_2^2}{n_1 + n_2 - 2} = 0.88$$

Así:

$$t_o = \frac{Y_1 - Y_2}{s_p \sqrt{\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}}} = 7.88$$

- Grados de libertad 22
- Nivel de confianza 95%

✓ **Temperatura del cielo raso**

Se recoge la muestra de t° de 12 días, para cada área, con techo verde y sin techo verde.

Se tiene la media muestral del componente:

$$n = 12$$

$$Y_1 = 27.3 \text{ (con techo verde)}$$

$$Y_2 = 28.72 \text{ (sin techo verde)}$$

La varianza: $\sum (x - x_2)^2$

$$\text{Con techo verde} = 6.9$$

$$\text{Sin techo verde} = 5.9$$

La desviación estándar:

$$S = \sqrt{\frac{1}{n} \sum (x_1 - x)^2}$$

Con techo verde

Sin techo verde

$$S = \sqrt{\frac{6.9}{12}} = 0.73$$

$$S = \sqrt{\frac{6.93}{12}} = 0.7$$

Se compara el valor estadístico con el valor de una distribución t de Student $t_{\alpha/2; n_1 + n_2 - 2}$.

Sí $|t_o| = t_{\alpha/2; n_1 + n_2 - 2}$, entonces se rechaza H_o .

$$s_1^2 = \frac{\sum (x_1 - x)^2}{n - 1}$$

$$\text{Con techo verde} = 0.63$$

$$\text{Sin techo verde} = 0.54$$

$$s_p = \frac{(n_1 - 1)s_1^2 + (n_2 - 1)s_2^2}{n_1 + n_2 - 2} = 0.77$$

Así:

$$t_o = \frac{Y_1 - Y_2}{s_p \sqrt{\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}}} = 3.18$$

- Grados de libertad 22
- Nivel de confianza 95%

✓ **Temperatura ambiente.**

Se recoge la muestra de t° de 12 días, para cada área, con techo verde y sin techo verde.

Se tiene la media muestral del componente:

$$n = 12$$

$$Y_1 = 25.15 \text{ (con techo verde)}$$

$$Y_2 = 26.41 \text{ (sin techo verde)}$$

La varianza:

$$\sum (x - x_2)^2$$

$$\text{Con techo verde} = 0.11$$

$$\text{Sin techo verde} = 2.16$$

La desviación estándar:

$$S = \sqrt{\frac{1}{n} \sum (x_1 - x)^2}$$

Con techo verde

Sin techo verde

$$S = \sqrt{\frac{0.11}{12}} = 0.1$$

$$S = \sqrt{\frac{2.16}{12}} = 0.42$$

Se compara el valor estadístico con el valor de una distribución t de Student $t_{\alpha/2; n_1 + n_2 - 2}$.

Sí $|t_o| = t_{\alpha/2; n_1 + n_2 - 2}$, entonces se rechaza H_o .

$$s_1^2 = \frac{\sum (x_1 - x)^2}{n - 1}$$

$$\text{Con techo verde} = 0.81$$

$$\text{Sin techo verde} = 0.75$$

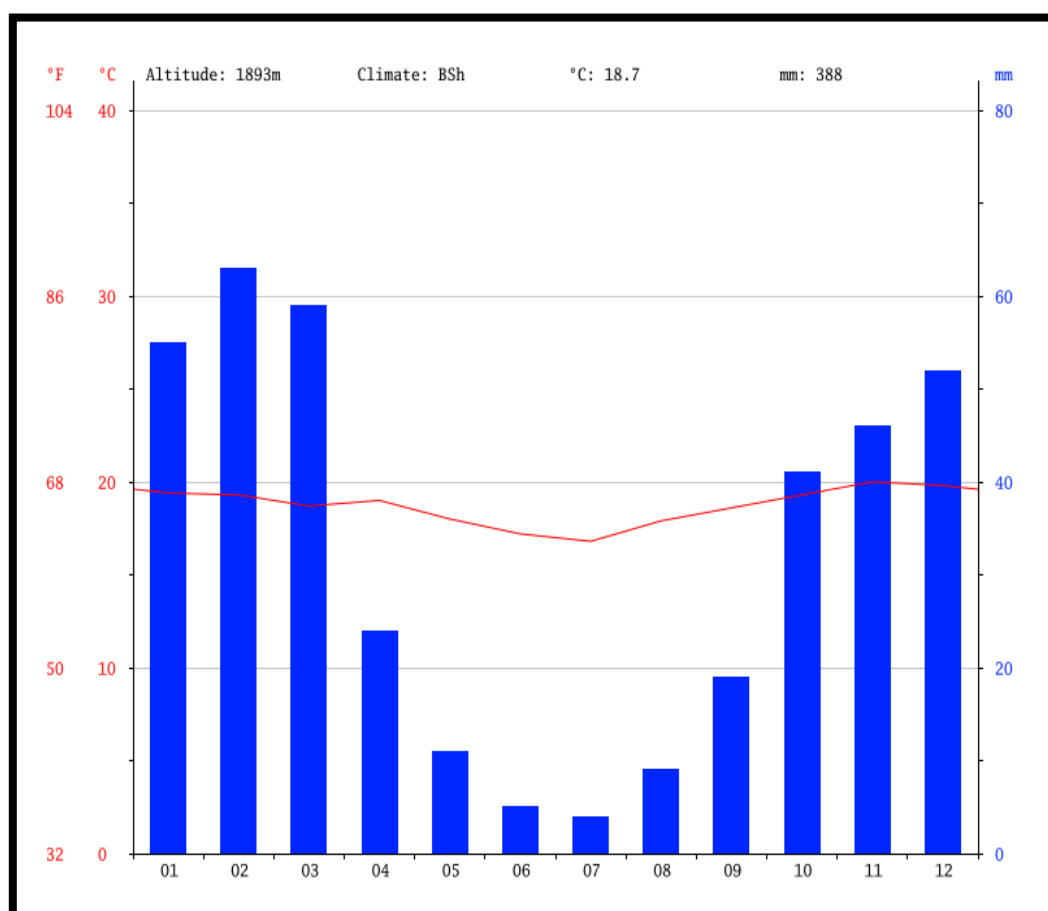
$$s_p = \frac{(n_1 - 1)s_1^2 + (n_2 - 1)s_2^2}{n_1 + n_2 - 2} = 0.38$$



Así:

$$t_o = \frac{Y_1 - Y_2}{s_p \sqrt{\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}}} = 6.44$$

- Grados de libertad 22
- Nivel de confianza 95%

ANEXO 5: Climograma de la ciudad de Huánuco.



<div>  Parámetros climáticos promedio de Huánuco  </div>													
Mes	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	Anual
Temp. máx. media (°C)	26.3	26.2	25.3	26.1	26.3	25.6	25.5	26.3	26.5	26.8	27.5	26.8	26.3
Temp. media (°C)	19.4	19.3	18.7	19	18	17.2	16.8	17.9	18.6	19.3	20	19.8	18.7
Temp. mín. media (°C)	12.5	12.4	12.2	12	9.7	8.8	8.2	9.5	10.8	11.9	12.6	12.8	11.1
Precipitación total (mm)	55	63	59	24	11	5	4	9	19	41	46	52	388

Fuente: SERVICIO NACIONAL DE METEOROLOGIA E HIDROLOGIA DEL PERÚ - DIRECTOR ZONAL 10, HUANUCO – UCAYALI - Ing. Héctor Vera Arévalo.

ANEXO 6: Recibo de luz de la I.E.P. peruano alemán.

RECIBO N° 958-10064585
Huanuco, Huanuco - Huanuco/

Setiembre-2017

Para Consultas, su código es: **74254919**

CHANCE PERU - ADREVI
Jr. AYANCOCHA -488- Int. 2do. Ent C.U. HUANUCO
20447399505

Electrocentro
EMPRESA REGIONAL DE SERVICIO PUBLICO DE
ELECTRICIDAD DEL CENTRO S.A.
Of. Principal: Jr. Amazonas 641 - Huancayo
Av. Túpac Amaru N° 101 - 103 - Paucarbamba - Huánuco
R.U.C. 20129646099

DATOS DEL SUMINISTRO Y CONSUMO

Tensión 220 V - BT
Sub. Estación N° D-450047 (SE0066)
Tipo de Conexión Monofásica-Aérea(C1.1)
Opción Tarifaria BT5B - Residencial
Medidor N° 000000001307828 - Electrón.
Hilos 2
Lectura Anterior 26,151.00 (24/08/2017)
Lectura Actual 26,495.00 (23/09/2017)
Diferencia de Lectura 344.00
Factor 1.0000
Consumo 344.00 kWh
Cons. Prom.(6) 346.67 kWh

Potencia Contratada 1.00 kW.
Inicio Contrato 27/04/2011
Término Contrato 26/04/2018
Fecha Emisión 25/09/2017

IMPORTE FACTURADOS

Recibo por Consumo del 25/08/2017 al 23/09/2017
Cargo Fijo 1.05
Cargo por Reposición y Mantenimiento 215.58
Ene.Activa(S/ 0.6297 x 344.0000 kWh) 24.69
AlumbradoPublico (Alicuota : S/ 0.7053) 244.45
SUB TOTAL 44.00
Imp. Gral. a las Ventas -17.78
Cargo Energia Ley MCTER 30468 -0.05
Saldo por redondeo -0.01
Diferencia de redondeo 2.79
Aporte Ley Nro. 28749 0.0081

TOTAL RECIBO DE SETIEMBRE-2017 273.40
Aporte FOSE(Ley N°27510) S/ 6.18

Consumo Facturado (kWh) - Importe Total (S/.)

Año 2017

Importe 2 Últimos Meses Facturados

Jul - 2017 S/ 254.80 Ago - 2017 S/ 245.50

LEYENDA

1- Fecha
2- Código de Suministro
3- Nombre del titular
4- Periodo de facturación mes.
5- Importes facturados
6- Datos del suministro
7- Consumo de energía.
8- Histórico de Consumo
9- Vale FISE.
10- Talón desglosable.

TOTAL A PAGAR S/ ***273.40**

RECIBO N° 958-10064585 Setiembre-2017
Suministro: 74254919 CHANCE PERU - ADREVI
Huanuco, Huanuco - Huanuco/
2806 - 46323 - 3090 / 25/09/2017 / 11/10/2017
TOTAL A PAGAR S/ ***273.40**

Electrocentro R.U.C. 20129646099

ANEXO 7: Imágenes



Imagen 15. Jornada de limpieza de la superficie de la azotea.



Imagen 16. Temperatura ambiente en la azotea con techo verde.



Imagen 17. Infraestructura del tercer piso



Imagen 18. Oficinas del tercer piso



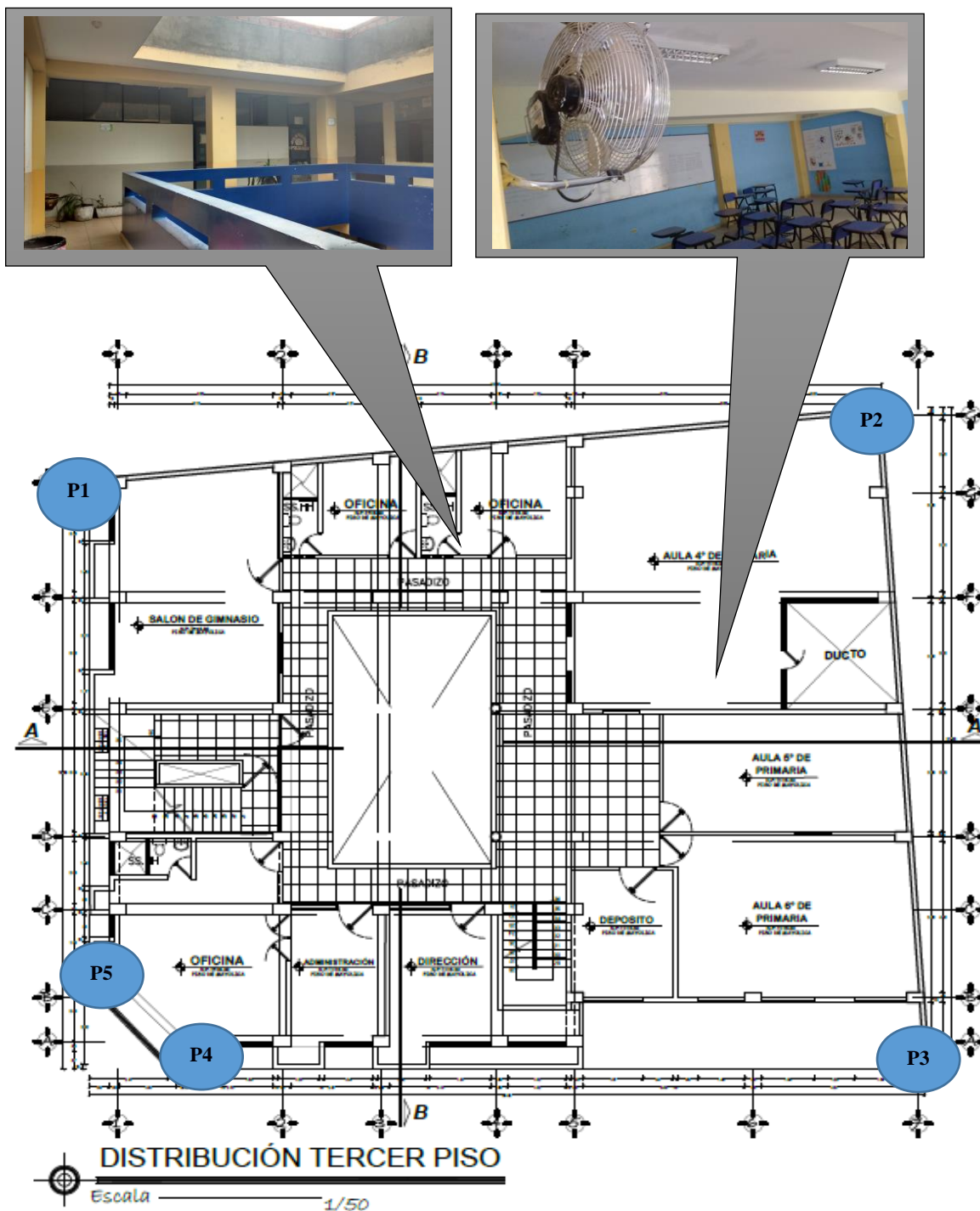
Imagen 19. Superficie de la azotea sin techo verde.



Imagen 20. Inicio del techo verde, noviembre del 2017.

ANEXO 8: Planos de la I.E.P. Peruano Alemán.

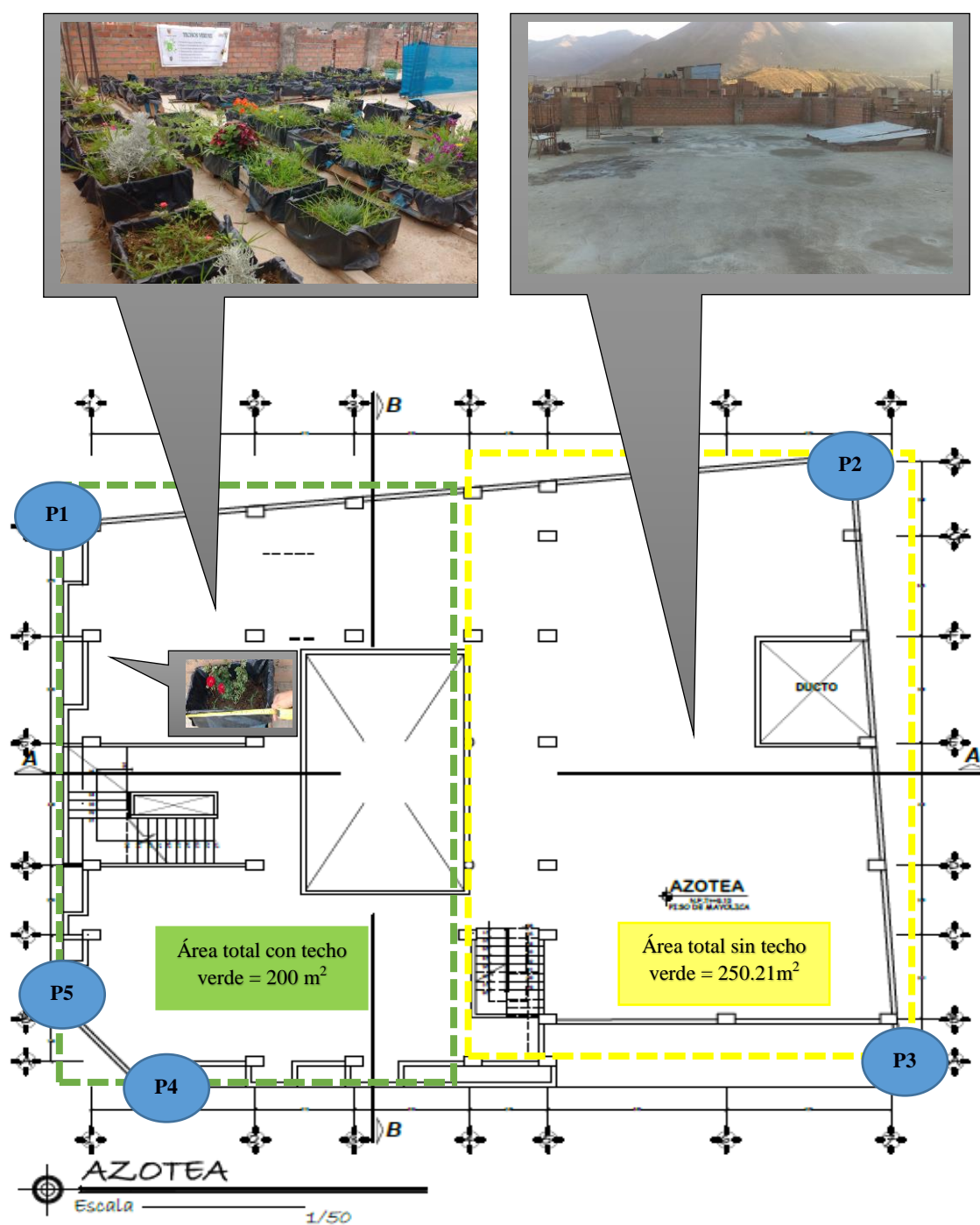
8.1. Plano del tercer piso de la I.E.P. Peruano –Alemán.




	PAUL SHADER ABAL HARO ARQUITECTO CAP 13497		PROPIETARIO: CHANCE PERU	
	REGION: HUÁNUCO DPTO: HUÁNUCO PROV: HUÁNUCO DIST: HUÁNUCO LUGAR: JR. ASTAD Nº 181 JR. AYACUCHA Nº 485		PROYECTO: AMPLIACIÓN DE SERV NIVEL - PRIMARIA PLANO: TERCER PISO ESPECIALIDAD: ARQUITECTURA DISEÑO: _____ INDICADA: _____ REVISADO: _____	

VERTICE	ESTE	NORTE
P1	363480.68	8901560.28
P2	363461.57	8901571.32
P3	363470.02	8901586.10
P4	363490.46	8901576.71
P5	363490.81	8901572.45

8.2. Plano de la azotea de la I.E.P. Peruano – Alemá



VERTICE	ESTE	NORTE
P1	363480.68	8901560.28
P2	363461.57	8901571.32
P3	363470.02	8901586.10
P4	363490.46	8901576.71
P5	363490.81	8901572.45

 PAUL SHADER ABAL HARO ARQUITECTO CAP 13497	PROPIETARIO: CHANCE PERU - ADREVI	
	PROYECTO: AMPLIACIÓN DE SERVICIO EDUCATIVO NIVEL - PRIMARIA	
REGION: HUÁNUCO DPTO: HUÁNUCO PROV: HUÁNUCO DISTR: HUÁNUCO LUGAR: JR. ASTAO Nº 181 JR. AYANCOCCHA Nº 485	PLANO: TERCER PISO ESPECIALIDAD: ARQUITECTURA	LÁMINA: A-3
DIBUJO: INCL: INDICADA FECHA: ENERO - 2018		



UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO

Facultad de Ingeniería

E.A.P. DE INGENIERÍA AMBIENTAL

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO (A) AMBIENTAL

En la ciudad de Huánuco, siendo las 4:22 horas del día 22 del mes de MARZO del año 2018, en el Auditorio de la Facultad de Ingeniería, en cumplimiento de lo señalado en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad de Huánuco, se reunieron el **Jurado Calificador** integrado por los docentes:

Ing. MARCO ANTONIO TORRES MARQUIN (Presidente)

B.º. ALEJANDRO ROLANDO DURAN NIEVE (Secretario)

Ing. HEBERIS CUSO TAYLLA (Vocal)

Nombrados mediante la Resolución N° 189-2018-D-FI-UDH, para evaluar la Tesis intitulada:

EVALUACION DE REDUCCION DEL CONSUMO DE LA ENERGI A ELECTRIC A MEDIANTE LA IMPLEMENTACION DE UN TENDIDO VERDE DE TIPO INDIRECTO A INTERIOR DE LA I.G.P PERUANO-ALEMANO

.....", presentada por el (la) Bachiller JHENDY MILAGROS INGA ENQUI, para optar el Título Profesional de Ingeniero (a) Ambiental

Dicho acto de sustentación se desarrolló en dos etapas: exposición y absolución de preguntas; precediéndose luego a la evaluación por parte de los miembros del Jurado.

Habiendo absuelto las objeciones que le fueron formuladas por los miembros del Jurado y de conformidad con las respectivas disposiciones reglamentarias, procedieron a deliberar y calificar, declarándolo (a) APT por UNANIMIDAD con el calificativo cuantitativo de 16.2 y cualitativo de Diezisis (Art. 47)

Siendo las 5:00 horas del día 22 del mes de MARZO del año 2018, los miembros del Jurado Calificador firman la presente Acta en señal de conformidad.


Presidente


Secretario


Vocal